



Cláudia Filipa Tavares de Matos

Licenciatura em Engenharia Química

**Análise e Avaliação de Riscos para
Acidentes de Trabalho e Doenças
Profissionais numa Indústria
Transformadora de Polímeros**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Prof. Doutora Isabel Lopes Nunes,
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova
de Lisboa



Setembro de 2012

Licenciado em Engenharia Química

**Análise e Avaliação de Riscos para Acidentes de Trabalho e Doenças
Profissionais numa Indústria Transformadora de Polímeros**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química e Bioquímica

Orientadora: Prof. Doutora Isabel Lopes Nunes

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa

Indicação dos direitos de cópia

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Copyright ©

Faculdade de Ciências e Tecnologia and Universidade Nova de Lisboa have the perpetual right with no geographical boundaries, to archive and publish this dissertation through printed copies reproduced on paper or digital form or by any means known or to be invented, and to divulge through scientific repositories and admit your copy and distribution for educational purposes or research, not commercial, as long as the credit is given to the author and editor.

AGRADECIMENTOS

Finalizada uma etapa tão importante na minha vida, não poderia deixar de expressar o meu profundo agradecimento a todos aqueles que me apoiaram nesta longa caminhada e contribuíram para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais, irmão e avó pelo amor incondicional, pelas palavras de incentivo quando tudo parecia correr mal e pelo apoio e coragem que sempre me transmitiram.

Ao meu namorado, João Caixeiro, por estar sempre comigo e não me deixar desistir.

À Professora Doutora Isabel Lopes Nunes, minha orientadora, o meu maior agradecimento por toda a disponibilidade, orientação, motivação, paciência, apoio incondicional e compreensão que sempre manifestou e conhecimento que me transmitiu. Obrigada, foi um privilégio trabalhar sob sua orientação.

À Professora Doutora Ascensão Reis pela disponibilidade, apoio e compreensão manifestados.

Aos sócios da empresa, que me permitiram ter a oportunidade de realizar o meu estágio curricular e aprender mais acerca da Indústria Transformadora de Polímeros e, aos funcionários da mesma, pela disponibilidade e boa vontade que sempre tiveram comigo. Obrigada pela sabedoria transmitida.

Por último, mas não menos importante, agradeço a todos os meus amigos pela paciência e motivação.

A todos,

O meu Sincero OBRIGADO!

Resumo

Esta dissertação de mestrado propõe uma análise e avaliação de riscos para acidentes de trabalho causados pelo manuseamento manual de cargas (MMC) e pelo contato com equipamento/ maquinaria perigosos e uma análise e avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição dos trabalhadores ao ruído e ao contaminante químico estireno, na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros”.

Este caso de estudo foi realizado numa empresa Portuguesa pertencente ao subsetor de atividade económica C.32- “Outras Indústrias Transformadoras”.

Para caracterizar a empresa, foram obtidos dados por observação direta ou disponibilizados pela empresa, sendo posteriormente analisados recorrendo a pesquisa documental, matrizes de identificação de perigos e danos dominantes e *checklists* baseadas na legislação.

São identificados os perigos, os riscos potenciais e as consequências associadas aos mesmos e recolhidos dados acerca dos perigos mais pertinentes na empresa, os quais vão ser alvo de estudo nesta dissertação, utilizando diversos métodos e instrumentação de medição direta.

Para a recolha de dados foram utilizados aparelhos de medição direta, tais como o sonómetro, para a avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao ruído ocupacional no local de trabalho e os tubos Dräger, ou tubos colorimétricos, para medição da exposição a contaminantes químicos, nomeadamente o estireno.

Para avaliar a exposição ao contaminante químico estireno foram utilizadas as ferramentas/ gestores de substâncias COSHH ESSENTIALS e EMKG-EXPO-TOOL. Foi também realizada uma avaliação de riscos para acidentes de trabalho causados pelo manuseamento manual de cargas utilizando o método do NIOSH e, uma avaliação de riscos para acidentes de trabalho causados pelo contacto com equipamento/ maquinaria utilizando o método de William T. Fine.

A proposta de implementação das medidas de controlo foi associada a um critério temporal de curto, médio e longo prazo, tendo em conta a oportunidade de implementação e os grupos de medidas a implementar conjuntamente.

Palavras- Chave: Análise e Avaliação de riscos ocupacionais; Perigos no local de trabalho; Acidentes de trabalho; Doenças profissionais; Medidas de Controlo.

Abstract

This dissertation proposes an analysis and evaluation of risks for occupational accidents caused by manual handling of loads and an analysis and risk assessment for occupational diseases caused by exposure of workers to noise and styrene chemical contaminant in occupational diseases in Manufacturing Polymers Industry.

This case study was conducted in a Portuguese company belonging to the sub-sector of economic activity C.32 - "Other manufacturing Industries".

To characterize the company, data were obtained by direct observation or offered by the company and subsequently analyzed using documentary research, arrays of identifying hazards and damage to dominant and checklists based on legislation.

Hazards and the potential risks and consequences associated with them are identified and data about the most relevant hazards in the company were collect, which will be the subject of study in this dissertation using various methods and instrumentation for direct measurement.

For data collection measurement directly devices are used, such as the sound level meter, to evaluate risk for diseases caused by the noise exposure in the workplace and Drager tubes or colorimetric pipes to measurement of exposure to contaminating chemicals, in particular styrene.

To assess exposure to styrene, tools/ substances managers like COSHH ESSENTIALS e EMKG-EXPO-TOOL were used. It was also performed a risk assessment for work injuries caused by manual handling of loads using the NIOSH method, and a risk assessment for work-related accidents caused by contact with equipment / machinery using the William T. Fine method.

The proposed implementation of control measures was associated with a time criterion of short, medium and long term, given the opportunity to implement and groups of measures to be implemented jointly.

Keywords: Analysis and Evaluation of occupational hazards, hazards in the workplace, work accidents, occupational diseases; Control Measures.

Simbologia e Notações

ARSLVT- Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo

BauA- Federal Institute for Occupational Safety and Health

BSI- British Standard Institutions

CAE- Classificação da atividade económica do empregador

CM – Coeficiente de Manuseio

CNPRP- Centro Nacional de Proteção Contra Riscos Profissionais

dB- Decibel

dB(A)- Decibel A (com ponderação do filtro A)

DL- Decreto de Lei

DVS- Deutscher Verband für Schweißen und Verwandte Verfahren

EEAT- Estatísticas Europeias de Acidentes de Trabalho

EPI- Equipamento de Proteção Individual

EU-OSHA- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

FDS- Fichas de dados de segurança

FV- Fibra de Vidro

GEP- Gabinete de Estratégia e Planeamento

HSE- Health and Safety Executive

HSL- Health and Safety Laboratory

HST- Higiene e Segurança no Trabalho

IEC- International Electrotechnical Commission

INE- Instituto Nacional de Estatística

LPR- Limite de peso recomendado

mg/m³- Miligramas por metro cúbico

MIL-STD- Norma militar americana

MMC- Manuseamento manual de cargas

MTSS- Ministério do Trabalho e da Segurança Social

NIOSH- National Institute for Occupational Safety and Health

NP- Norma Portuguesa

CAS- Chemical Abstract Service Registry Number

CE- Comissão Europeia

EINECS- Inventário Europeu das Substâncias Químicas Existentes no mercado

OIT- Organização Internacional de Trabalho

PE- Polietileno

PEAD- Polietileno de alta densidade

PIB- Produto Interno Bruto

PIMEX- Picture Mix Exposure

PP- Polipropileno

Ppm- Partes por milhão

PRFV- Poliésteres reforçados a Fibra de Vidro

PTN- Pressão e Temperatura Normal

PVC- Policloreto de Vinil

PVDF – Fluoreto de Polivinilideno

SST- Segurança e Saúde no trabalho

Ta (min)- Tempo de amostragem, em minutos

Termoplástico- Polímero artificial que, a dada temperatura, apresenta viscosidade podendo ser moldado

UE- União Europeia

VLE- Valores Limite de Exposição

VLE-MP- Valores Limite de Exposição – Média Ponderada

VLE-CM- Valores Limite de Exposição - Concentração Máxima

Índice

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VII
SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES.....	IX
ÍNDICE.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABELAS.....	X
CAPÍTULO 1 – Introdução e Definição de Objetivos.....	1
1.1 Descrição do Trabalho de Estágio.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Estrutura da Dissertação.....	3
CAPÍTULO 2 – Enquadramento Teórico.....	5
2.1 Gestão de Riscos para a Saúde e Segurança no Trabalho.....	5
2.1.1 Preparação do Processo.....	6
2.1.2 Análise de Riscos.....	7
2.1.3 Avaliação de Riscos.....	7
2.1.4 Medidas de Controlo de Riscos.....	10
2.2 Metodologias de Análise e Avaliação de Riscos	11
2.2.1 Métodos de Identificação de Perigos para Acidentes de Trabalho e Doenças Ocupacionais.....	11
2.2.2 Métodos de Análise e Avaliação de Riscos.....	13
2.3 Ruído.....	25
2.3.1 Efeitos do ruído na saúde.....	28
2.4 Movimentação Manual de Cargas.....	31
2.4.1 Efeitos na saúde.....	32
2.4.2 Métodos e Ferramentas existentes para o estudo de MMC.....	33
2.5 Exposição a Agentes/Contaminantes Químicos.....	38
2.5.1 Avaliação e controlo de riscos químicos.....	39
2.5.2 Métodos de Amostragem.....	42
2.5.3 Ferramentas de Avaliação de riscos químicos.....	44
CAPITULO 3 – Caracterização da Empresa.....	50

3.1 Reconhecimento das instalações / setores/ trabalhadores.....	50
3.2 Identificação dos Postos de Trabalho.....	51
3.3 Identificação dos produtos produzidos.....	52
3.4 Processo Produtivo.....	55
3.5 Identificação de equipamentos usados e produtos perigosos.....	56
3.6 Análise de Sinistralidade	58
3.6.1 Sinistralidade na Empresa.....	61
CAPÍTULO 4- Metodologia.....	66
4.1 Equipamento de medição utilizado na recolha de dados.....	68
4.1.1 Sonómetro.....	68
4.1.2 Tubos Colorimétricos.....	68
4.2 Avaliação de Riscos na empresa.....	69
4.2.1 Riscos associados ao Ruído.....	69
4.2.2 Riscos associados à exposição ao contaminante químico estireno.....	69
4.2.3 Riscos associados ao Manuseamento Manual de Cargas.....	70
4.2.4 Riscos associados a equipamento/ maquinaria.....	70
CAPÍTULO 5 - Apresentação e Discussão dos Resultados.....	71
5.1 Medição do ruído.....	71
5.2 Medição da Exposição ao Contaminante Químico estireno.....	72
5.3 Riscos associados ao Manuseamento Manual de Cargas.....	75
5.4 Riscos associados ao contato com equipamento/ maquinaria.....	78
5.5 Medidas de Controlo.....	79
5.5.1 Medidas de Controlo para prevenir os riscos de acidentes de trabalho, nos postos de trabalho com nível de risco não aceitável.....	79
5.5.2 Medidas de Controlo para prevenir os riscos de doenças profissionais, nos postos de trabalho com nível de risco não aceitável.....	79
CAPÍTULO 6- Conclusões	81
6.1 Sugestões para trabalho futuro.....	82
Bibliografia.....	84
Anexos.....	89

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Fases do processo de Gestão de Riscos.....	5
Figura 2.2 – Dosímetros.....	28
Figura 2.3 – Sonómetros.....	28
Figura 2.4 - Sistema auditivo periférico.....	29
Figura 2.5 – Tampões Auditivos.....	30
Figura 2.6- Abafadores.....	31
Figura 2.7- Rótulo de substância química.....	40
Figuras 2.8 e 2.9 - Bomba Drager accuro manual e bomba Drager accuro manual com tubos colorimétricos, respetivamente.....	43
Figura 2.10- Classificação dos tubos Drager ou tubos colorimétricos.....	43
Figura 2.11- Resumo do método Stoffenmanager incluindo bandas de risco e outros elementos importantes.....	45
Figura 2.12- Sistema PIMEX: 1- Instrumento de medição direta; 2- Datalogger/transdutor; 3- Camara de vídeo digital; 4- Computador; 5- Software PIMEX.....	48
Figura 2.13- Exemplo de uma gravação PIMEX-PC.....	48
Figura 3.1 - Estrutura organizativa da empresa.....	51
Figura 3.2 - Depósitos de água.....	53
Figura 3.3 - Reservatórios em fibra de vidro.....	53
Figura 3.4- Caixas de Esgoto.....	53
Figura 3.5 – Revestimento PRFV em betão.....	53
Figura 3.6 – Chapas onduladas.....	54
Figura 3.7 – Tanques em plástico.....	54
Figura 3.8 – Tubagens Industriais.....	55
Figura 4.1 – Metodologia.....	67
Figura 5.1- Tubos de estireno 10/b antes (cor branca) e após a medição (cor rosa).....	73
Figura 5.2 – Tubos de estireno 50/a antes (cor branca) e após a medição (cor amarela).....	73

Figura 5.3 - Resultados obtidos através da ferramenta COSHH ESSENTIALS para a exposição ao contaminante químico estireno	74
Figura 5.4- Resultados obtidos através da ferramenta EMKG-EXPO-TOOL para a exposição ao contaminante químico estireno.....	75

Índice de Tabelas

Tabela 2.1- Matriz proposta na Norma Britânica BS 8800:2004.....	8
Tabela 2.2 – Categoria do Risco	9
Tabela 2.3 – Análise por meio de <i>checklists</i>	12
Tabela 2.4 - Categorias de frequência de ocorrência de um determinado evento, para APP.....	14
Tabela 2.5 – Categorias de severidade de determinado evento, para APP.....	15
Tabela 2.6 – Tipos de desvios associados com as “Palavras-Chave”, método HAZOP.....	17
Tabela 2.7 – Desenvolvimento sequencial da aplicação HAZOP para processo contínuo.....	17
Tabela 2.8- Lista de desvios para HAZOP em processos contínuos.....	19
Tabela 2.9 - Escala de Fator consequência (Fc) para método WTF.....	22
Tabela 2.10- Escala de Fator exposição (Fe) para método WTF.....	22
Tabela 2.11 – Escala de fator probabilidade (F _p) para método WTF.....	22
Tabela 2.12- Índice de risco e prioridade de Intervenção segundo a magnitude de risco (R), obtida pelo método de WTF.....	23
Tabela 2.13- Fator custo (Fc), método de WTF.....	24
Tabela 2.14- Grau de Correção (gc), método de WTF.....	24
Tabela 2.15- Índice de justificação (J) versus Grau de atuação, método WTF.....	24
Tabela 2.16 - Coeficiente de manuseio (CM)	34
Tabela 2.17 - Coeficiente de frequência (FM)	34
Tabela 2.18 - Critérios de Interpretação do índice de elevação (LI).....	35
Tabela 2.19- Classificação dos níveis de risco.....	37
Tabela 3.1 - Secções e respectivos códigos.....	51
Tabela 3.2 - Código e designação dos postos de trabalho.....	53

Tabela 3.3 – Identificação do equipamento utilizado em cada secção	56
Tabela 3.4- Identificação de substâncias perigosas.....	57
Tabela 3.5 – Total de acidentes de trabalho mortais ocorridos em Portugal por atividade económica	59
Tabela 3.6 – Total de acidentes não mortais ocorridos em Portugal por atividade económica.....	59
Tabela 3.7 – Número de dias de trabalho perdidos de acordo com a atividade económica (acidentes não mortais).....	59
Tabela 3.8 – Indicadores de maior relevância no ano de 2009, em Portugal, para o setor Indústria Transformadora.....	60
Tabela 3.9- Dados de maior relevância para o estudo da sinistralidade no período 2006-2011.....	61
Tabela 3.10 – Índices estatísticos para o período de 2006 a 2011.....	62
Tabela 3.11 – Critérios da OIT	62
Tabela 3.12 – Taxa de incidência para os acidentes ocorridos na empresa no período de 2006 a 2011.....	63
Tabela 3.13 – Causas e circunstâncias dos acidentes ocorridos na empresa no período de 2006 a 2011.....	64
Tabela 4.1 - Tubos Drager/ colorimétricos utilizados e respetivas características.....	68
Tabela 5.1- Leituras do ruído e respetivo valor $L_{EX,8h}$ dB (A) para cada posto de trabalho analisado, 28 de Novembro de 2011.....	71
Tabela 5.2 - Resultados obtidos por medição direta com tubos colorimétricos.....	72
Tabela 5.3- Medições efetuadas no local de trabalho para os parâmetros H, D, V e A por posto de trabalho.....	76
Tabela 5.4 – Fatores utilizados para cálculo do LPR.....	77
Tabela 5.5 - Valores de LPR e LI obtidos.....	77
Tabela 5.6 – Valoração do risco para acidentes de trabalho causados pelo contacto com equipamento/ maquinaria nos diferentes postos de trabalho, de acordo com o método de WTF.....	78

Capítulo 1- Introdução e Definição de Objetivos

De acordo com a Organização Internacional de Trabalho (OIT), todos os anos ocorrem no mundo cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho (mortais ou não mortais) e são registadas aproximadamente 160 milhões de doenças profissionais, das quais resulta a morte de mais de 2 milhões de trabalhadores; a cada três minutos e meio morrerá uma pessoa vítima de causas relacionadas com o trabalho (EU-OSHA, 2008).

Todos os anos, na UE, milhões de trabalhadores sofrem acidentes que os forçam a permanecer em casa pelo menos três dias úteis, o que representa um custo elevadíssimo para a economia. O número médio de dias perdidos por acidente de trabalho é de 20 dias por trabalhador, sendo que 37 % resultam numa falta ao trabalho com menos de quatro dias de ausência e 4% resultam em mais de três meses de ausência ou incapacidade parcial ou total (EU-OSHA, 2008).

De acordo com a Eurostat, Portugal é um dos países da União Europeia onde se regista um maior número de acidentes de trabalho (Eurostat, 2009). Mais de metade dos acidentes de trabalho participados e registados em 2009 ocorreram com indivíduos pertencentes aos setores de atividade económica “Indústrias Transformadoras” e “Construção” (GEP, 2012).

A maioria dos acidentes (23,4%) ocorre em micro empresas ou com trabalhadores independentes, sendo os grupos de profissionais “operários”, “trabalhadores de montagem” e “pessoal não qualificado” aqueles onde ocorrem mais acidentes, 70,4% de acidentes não mortais e 75% de acidentes mortais (GEP, 2008).

Em relação às doenças ocupacionais a situação é bastante alarmante, tendo sido verificado nos últimos anos um aumento significativo de doenças relacionadas com trabalhos que sujeitam o trabalhador ao manuseamento e exposição a substâncias químicas, lesões adquiridas após realizar tarefas repetitivas (por exemplo tendinites), lesões adquiridas aquando do manuseamento de cargas, como as lombalgias, doenças do aparelho auditivo como a surdez, a fadiga psíquica e física devido à exposição ao ruído ou doenças relacionadas com stress laboral (EU-OSHA, 2008).

Apesar de muitos trabalhadores europeus afirmarem que nunca estiveram em contato com substâncias perigosas para a saúde (71 %) e alguns afirmarem que apenas fazem um manuseamento casual das mesmas (14%), estima-se que cerca de 9 % dos trabalhadores manuseia ou lida com tais substâncias pelo menos durante metade do seu tempo de trabalho (EU-OSHA, 2008).

Estima-se ainda que 17 % a 46 % dos trabalhadores europeus corram o risco de sofrer de doenças músculo-esqueléticas, 23 % estejam expostos a doenças relacionadas com o manuseamento de cargas, 20 % estejam expostos durante mais de metade do seu tempo de trabalho a ruído tão ensurdecedor que têm de elevar a voz para se fazer ouvir e que 15% dos

trabalhadores declara estar exposto à inalação de vapores, fumos, poeiras ou substâncias perigosas no seu local de trabalho. Verifica-se ainda que, em todos os setores, a proporção de trabalhadores que manuseia ou toca diretamente em substâncias perigosas é menor do que a quantidade de trabalhadores que se encontra exposto através da respiração a substâncias nocivas (EU-OSHA, 2008).

Em 2008, foram registados 4841 casos de doenças profissionais, sendo as doenças de maior incidência as músculo- esqueléticas (66,3%)¹ seguidas de doenças do aparelho auditivo/ surdez profissional (12,9%)². As doenças de foro respiratório encontram-se também no topo da lista, sobretudo as que são causadas pela inalação de poeiras e agentes químicos (CNPRP, 2008).

O caso das doenças ocupacionais torna-se ainda mais preocupante do que os acidentes de trabalho visto que muitas das vezes há incumprimento da lei no que diz respeito à participação obrigatória do diagnóstico de doença profissional à autoridade competente³.

Todos estes dados são indicadores do precário estado em que se encontram as condições de trabalho atuais, apesar de a Segurança e Saúde do Trabalho ser um direito que ajuda a todos, obrigando as empresas a estabelecer os serviços de acordo com as suas características.

De acordo com a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho a avaliação de riscos constitui a base da abordagem comunitária para prevenir acidentes e problemas de saúde profissionais (EU-OSHA, 2008).

Uma vez que a prevenção é a melhor arma para evitar ou diminuir os riscos profissionais, esta deverá ser a base de tudo contribuindo para as adequadas disposições e medidas a adotar em todas as fases e domínios de atividade numa empresa.

Como tal, a Análise e Avaliação de Riscos devem ser as etapas mais importantes deste processo de prevenção, uma vez que, se não forem bem conduzidas, ou até inexistentes, as medidas de prevenção adequadas não serão devidamente identificadas e aplicadas.

É essencial que todas as empresas realizem avaliações regulares na medida em que, todos os riscos são tidos em consideração (não apenas os que se encontram mais visíveis), é verificada a eficácia das medidas de segurança adotadas pela empresa, é feito um registo dos resultados da avaliação e uma proposta de métodos para possíveis melhorias.

Com este estudo pretende realizar-se uma Análise e Avaliação de Riscos para acidentes de trabalho e doenças profissionais na Indústria fazendo, para tal, uma análise e levantamento dos perigos existentes na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros” e, um estudo dos

¹ O que corresponde a 2925 casos do total.

² O que corresponde a 572 casos do total.

³ Centro Nacional de Proteção Contra Riscos Profissionais (CNPCRP)

possíveis acidentes de trabalho e doenças ocupacionais que poderão ser consequências destes. Vão ser aplicadas várias metodologias para estudar os riscos mais pertinentes na empresa e propostas medidas de prevenção e controlo para os mesmos.

1.1 Descrição do Trabalho de Estágio

A tese de mestrado relativa ao estágio curricular da aluna Cláudia Filipa Tavares de Matos, realizado numa empresa que por questões afetas à própria não quis relevado o seu nome, e como tal será referida como empresa “Indústria Transformadora de Polímeros”, teve em vista o contacto com vários elementos imprescindíveis à formação como estudante e ao futuro profissional. A aquisição destes elementos e sua aplicação foram uma mais-valia uma vez que houve contacto direto com uma unidade fabril.

O estágio teve como orientadores, na fábrica, o responsável pela mesma e, na faculdade a Professora Doutora Isabel Lopes Nunes.

O estágio realizado decorreu num período de seis meses, de Dezembro de 2011 a Maio de 2012.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é apresentar um caso de estudo realizando para tal uma Análise e Avaliação de Riscos para acidentes e doenças profissionais numa Indústria Transformadora de Polímeros, tendo como base a observação direta do processo de trabalho da empresa e a recolha de dados reais relevantes para o estudo.

1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos.

Capítulo 1 – Introdução e Definição de Objetivos. Neste capítulo há um enquadramento teórico do tema em estudo, bem como os objetivos estabelecidos, ficando concluído com a apresentação da estrutura da dissertação.

Capítulo 2- Revisão Bibliográfica. É efetuada uma revisão bibliográfica relativa aos assuntos relevantes pretendendo situar e sistematizar a temática estudada.

Capítulo 3 – Caracterização da Empresa. É feito o reconhecimento das instalações, setores e trabalhadores, identificados os postos de trabalho, produtos produzidos, processo produtivo, equipamentos utilizados e produtos perigosos, bem como analisada a sinistralidade e doenças profissionais na empresa e a sua comparação com os dados estatísticos da literatura.

Capítulo 4- Metodologia. Neste capítulo procede-se à descrição da metodologia utilizada. São apresentadas todas as fases de desenvolvimento da mesma, definidas as variáveis do estudo e descrevem-se as técnicas e métodos usados para recolha e análise de dados.

Capítulo 5- Discussão dos Resultados. São apresentados os resultados obtidos através das metodologias utilizadas e as medidas de controlo propostas.

Capítulo 6- Conclusões. São apresentadas as considerações finais do trabalho.

Capítulo 2 - Enquadramento Teórico

Neste capítulo é efetuada uma revisão da literatura de modo a situar a temática em estudo. Há referência aos diferentes tipos de risco existentes e aos diferentes métodos de identificação, análise e avaliação de riscos.

A identificação e avaliação de riscos constitui um dos princípios de prevenção que consta no artigo nº 272 da lei nº 99/2003 de 27 de Agosto que aprovou o código de trabalho, devendo o empregador proceder à identificação e avaliação dos riscos previsíveis aquando do projeto das instalações, locais e processos de trabalho, bem como no decurso da atividade da empresa, estabelecimento ou serviço (Lei nº 99/2003 de 27 de Agosto).

2.1 Gestão de Riscos para a Saúde e Segurança no Trabalho

A gestão de riscos é um processo iterativo e cíclico que inclui a examinação de todas as características do local de trabalho onde o trabalhador opera. Tem como objetivo identificar o que pode causar lesões ou danos nos trabalhadores e decidir acerca das medidas de segurança adequadas a implementar de modo a prevenir acidentes de trabalho e doenças ocupacionais (Nunes, 2011). Entenda-se como risco a combinação da probabilidade de ocorrência de um evento ou exposição perigosos e da gravidade das lesões ou doenças que podem ser causadas por esse evento ou exposição (BSI, 2007). Na figura 2.1 apresentam-se esquematicamente as fases do processo de gestão de riscos (Nunes, 2010) .

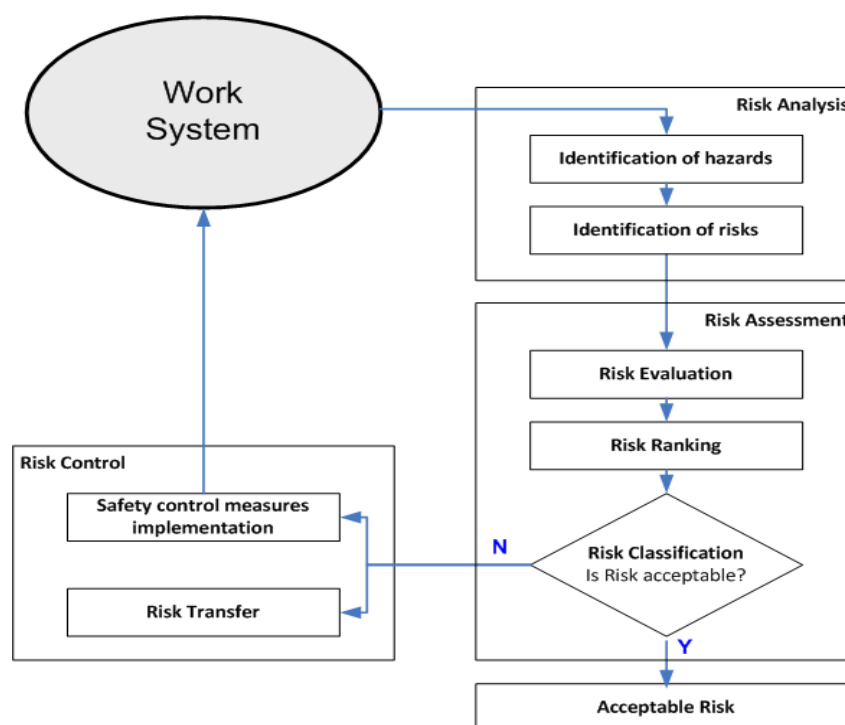


Figura 2.1 – Fases do processo de Gestão de Riscos (Nunes, 2010)

É importante que os empregadores de uma empresa saibam onde se encontram os riscos e os controlem para evitar que os trabalhadores, visitantes e a própria empresa sejam postos em risco. O principal objetivo de uma gestão de riscos é eliminar, ou, caso a eliminação não seja possível, diminuir os riscos (Nunes, 2011). Uma gestão de riscos envolve vários passos que são descritos nos pontos seguintes.

2.1.1 Preparação do processo

Para preparar um processo de gestão de riscos há que realizar quatro atividades:

a) Identificação das pessoas expostas aos riscos

Quando se fala das pessoas expostas a determinado risco há que ter em conta não só os trabalhadores diretamente afetos ao local de trabalho, mas também os visitantes, clientes, construtores e trabalhadores em manutenção, visto que não estão familiarizados com os riscos que podem estar presentes no local e as precauções a tomar caso seja necessário (HSE, 2003).

Deve ser dada especial atenção aos grupos de pessoas que, por diversos fatores, possam ser consideradas como sendo mais vulneráveis: trabalhadores jovens e inexperientes, mulheres grávidas e lactantes, trabalhadores com deficiências, trabalhadores emigrantes e trabalhadores com problemas de saúde e sob medicação suscetível de aumentar a sua vulnerabilidade ao longo do ano de trabalho (EU-OSHA, 2008).

Nesta fase deve ter-se em conta a experiência profissional dos trabalhadores, a formação, as horas de trabalho a que cada trabalhador está exposto, bem como a informação disponibilizada pelo local de trabalho entre outros fatores que se considerem importantes.

b) Identificação e caracterização das medidas de segurança em uso

Esta preparação pode ser feita através de observação direta das atividades que decorrem no local de trabalho, entrevistas com empregadores e trabalhadores, verificação dos equipamentos e maquinaria utilizados, fichas de acidentes de trabalho e doenças profissionais disponibilizadas pela empresa, verificação de fichas de segurança dos compostos perigosos existentes no local e verificação da legislação e normas aplicáveis ao local a analisar (EU-OSHA, 2008).

c) Identificação de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais relacionadas com o local a analisar

Nesta fase são verificados os boletins de participação de acidentes de trabalho, as estatísticas para acidentes de trabalho e doenças ocupacionais no setor em que a empresa em estudo está inserida e são observados os registos feitos pela mesma.

d) Legislação e regulamentos relacionados com o local a analisar

A legislação aplicável deve ser respeitada bem como as normas e regulamentos relacionados com o local a analisar.

2.1.2 Análise de Riscos

As duas etapas a ter em conta numa análise de riscos são:

a) Identificação dos perigos existentes no local de trabalho

Trata-se uma etapa essencialmente descritiva sobre os elementos e processos de trabalho e visa compreender a atividade profissional desempenhada. É um procedimento que exige rigor e engloba, para além da observação, a descrição e a interpretação do trabalho, de modo a identificar os potenciais fatores de risco (EU-OSHA, 2008).

Pretende-se, como tal, identificar os perigos que existem no local de trabalho para posteriormente estimar o risco em função da probabilidade e da gravidade da materialização desses mesmos perigos.

Esta é a etapa que se pode definir como a mais crítica em todo o processo de uma análise de riscos, uma vez que, se um perigo não for identificado, não será avaliado e, como tal, não poderá ser controlado.

A metodologia utilizada para identificar os perigos deve ser planeada e organizada convenientemente de modo a que se possam classificar os diferentes perigos quanto à sua natureza.

Os perigos a identificar podem advir do resultado de um ou da combinação dos seguintes componentes: organização do trabalho, ambiente do local de trabalho, substâncias a que o trabalhador está exposto, fatores exteriores que podem afetar o trabalho (transportes, acessos, entre outros), máquinas ou processos, logo, é necessário reunir o máximo de informação possível, como, por exemplo: observação direta de tudo o que possa causar danos, recorrendo a *checklists* ou utilizando metodologias estruturadas de análise, como seja o método da análise de desvios e de energia e a análise da segurança no trabalho (Nunes, 2011).

b) Identificação de riscos

Nesta etapa faz-se uma identificação dos riscos que advêm da exposição aos perigos identificam-se as causas potenciais de prejuízo para os trabalhadores, sejam elas um acidente de trabalho, uma doença ocupacional ou uma doença relacionada com o trabalho (Nunes, 2011).

2.1.3 Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos envolve a avaliação, a classificação dos riscos avaliados e a classificação da aceitabilidade do risco.

a) Avaliação

A avaliação de risco envolve a determinação de um valor quantitativo ou qualitativo para o risco.

Na avaliação quantitativa do risco é necessário estimar os dois componentes do risco- a probabilidade de ocorrência de determinado dano (P) e a gravidade das suas consequências (G). A avaliação qualitativa é mais comum e normalmente adota uma metodologia baseada numa matriz (Nunes, 2011).

A matriz proposta na Norma Britânica BS 8800:2004, a qual se apresenta na tabela 2.1, é um exemplo de uma matriz simplificada para estimar o risco (BSI, 2004) . Trata-se de um método semi-quantitativo, visto que permite uma qualificação e uma ordenação dos riscos.

Tabela 2.1- Matriz proposta na Norma Britânica BS 8800:2004 (Adaptado de (BSI, 2004))

Probabilidade de ocorrer dano (P)	Gravidade do Dano (G)		
	Ligeiramente prejudicial	Prejudicial (moderado)	Extremamente prejudicial
Muito improvável	Risco muito baixo	Risco muito baixo	Risco elevado
Improvável	Risco muito baixo	Risco médio	Risco muito elevado
Provável	Risco baixo	Risco elevado	Risco muito elevado
Muito provável (esperado)	Risco baixo	Risco muito elevado	Risco muito elevado

Existem ainda outras maneiras de avaliar o risco, tais como: medição com sonómetro, tubos colorimétricos, ranking/ ordenação, entre outros.

b) Classificação dos riscos avaliados

Baseia-se nos valores de risco obtidos durante a fase de avaliação; cada risco deverá ser classificado de acordo com a sua gravidade.

c) Classificação da aceitabilidade do risco

Nesta etapa é feita uma comparação entre os valores de risco obtidos e os valores de referência definidos na legislação, caso exista, de modo a que se possa decidir acerca da sua aceitabilidade, sendo que o cumprimento da legislação é o requisito mínimo que as empresas devem cumprir. Nos casos em que não há legislação aplicável a decisão de aceitabilidade do risco deverá ser tomada de acordo com outras fontes de conhecimento, tais como normas internacionais, especificações do equipamento/ maquinaria, recomendações de especialistas,

ou comparação de riscos semelhantes em empresas que desempenhem tarefas similares (Nunes, 2011). A classificação de riscos permite assim selecionar as medidas de segurança que se devem implementar e quais são as mais urgentes. Cada empresa deverá ter os seus critérios de aceitabilidade estabelecidos. Devem ser consultados representantes dos trabalhadores e outros interessados e devem ter em conta a legislação aplicada e a opinião de técnicos responsáveis de Segurança e Saúde no Trabalho (SST) (BSI, 2004).

A tabela 2.2, baseada na BS 8800:2004, permite visualizar a categoria de risco e a respetiva orientação acerca das medidas de segurança a aplicar (BSI, 2004) .

Tabela 2.2 – Categoria do Risco (Adaptado de (BSI, 2004))

Categoria do Risco	Tolerabilidade	Medidas a Aplicar
Muito baixo	Aceitável	Não é necessário tomar nenhuma medida para além de manter o controlo do mesmo.
Baixo	Devem ser reduzidos de modo a serem toleráveis ou aceitáveis	Não requer novas medidas de controlo exceto se forem de baixo custo (em termos de tempo, dinheiro e esforço). O controlo que existe deve ser mantido.
Médio		Implementar medidas de redução num período de tempo definido. O controlo existente deve ser mantido especialmente se os níveis de risco estiverem associados a consequências perigosas.
Elevado		O risco deve ser reduzido o mais brevemente possível. Medidas de redução devem ser implementadas urgentemente e deve ser necessário suspender ou restringir a atividade até as medidas serem aplicadas. Controlo deve ser mantido especialmente se os níveis de risco estiverem associados a consequências extremamente perigosas ou muito perigosas.
Muito Elevado	Não Aceitável	Necessárias melhorias substanciais no controlo de risco para que este seja reduzido a tolerável ou aceitável. A atividade deverá ser interrompida até que as medidas de controlo de risco sejam implementadas de modo a que o risco já não seja muito elevado. Se não for possível reduzi-lo o trabalho deverá ser proibido.

2.1.4 Medidas de Controlo de Riscos

Quando os riscos não são aceitáveis há que implementar medidas de controlo, eliminação e redução que devem estar de acordo com o risco a controlar, devendo essas medidas ser devidamente registadas e avaliadas.

Existem diferentes estruturas que permitem planejar medidas de controlo, mas todas concordam que é essencial eliminar os riscos e, quando tal não é possível, deve proceder-se à sua redução através da substituição de elementos perigosos por outros que não o sejam. As medidas de controlo a implementar devem ser as que melhor protegem todas as pessoas expostas ao risco. Na hierarquização das medidas de controlo é exposta a ordem pela qual as ações corretivas devem ser aplicadas (NP 4397:2008), (Lei nº 102/2009 de 10 de Setembro).

1- Eliminação

Sempre que possível o perigo deve ser eliminado, anulando ou retirando o fator de risco do contexto de trabalho.

2- Redução

Há que reduzir o perigo, substituindo-o, caso a fase anterior não tenha sido possível. Deve isolar-se o perigo separando as fontes de risco do trabalhador, o que implica medidas de engenharia que atuam nos processos produtivos, nos equipamentos e instalações.

3- Medidas de prevenção e proteção

Devem ser implementadas medidas de **prevenção**, organizacionais ou administrativas, para que os comportamentos de maior risco diminuam: informação e formação dos trabalhadores, estabelecimento de procedimentos de trabalho adequados e supervisão, gestão e monitoramento pró-ativo, manutenção de rotina e limpeza, rotação dos trabalhadores nos postos de maior risco, redução do número de trabalhadores expostos ao perigo e diminuição do tempo de exposição.

Se as intervenções anteriores não resultarem há que recorrer a medidas de **proteção**, agindo primeiro a **nível coletivo** - isolar o risco através do uso de guardas ou proteção de maquinarias, utilizar barreiras físicas e depois a **nível individual**, utilizando equipamentos de proteção individual (EPI's).

Conclui-se então que, nas situações de risco, a sequência de intervenções para o seu controlo deve ser primeiro na fonte emissora, depois no ambiente em geral e só em último caso no

próprio indivíduo, e que ao implementar medidas corretivas não deve haver transferência de riscos, ou seja, eliminar um problema e criar outro.

4- Treino e Informação

Tanto os empregadores como os trabalhadores devem estar informados acerca dos riscos a que estão expostos. Deve ser providenciada informação e realizadas formações para os trabalhadores.

2.2 Metodologias de Análise e Avaliação de Riscos

O processo de identificação de perigos, análise e avaliação de riscos deve basear-se em métodos sistemáticos, onde se devem considerar dois princípios fundamentais: a estruturação da operação, de modo a que sejam abordados todos os perigos e riscos relevantes, e a identificação de todos os riscos de modo a equacionar se os mesmos podem ser eliminados.

Com o decorrer dos tempos foram criados, desenvolvidos e aperfeiçoados inúmeros métodos com capacidade para identificar os perigos existentes no local de trabalho e fazer uma análise correta dos riscos a eles associados.

2.2.1 Métodos de Identificação de Perigos para Acidentes de Trabalho e Doenças Ocupacionais

a) Checklists

Consistem numa avaliação sistemática, numa fase de critérios pré- estabelecidos, na forma de listas de perguntas com respostas previamente formadas. A técnica gera listas de conformidade e não conformidade, com recomendações para a correção das últimas. É um método de análise qualitativa, relativamente simples que é frequentemente utilizado como um complemento ou parte integrante de outro método, tal como numa análise “What if”, como modo de avaliar aspetos específicos. Pode ser utilizada em qualquer fase do processo, sendo particularmente útil para aplicação por técnicos inexperientes, mas tendo em conta que a *checklist* deverá ser feita por um técnico especializado e familiarizado com o funcionamento do sistema em estudo e deve ser construída com base na legislação. Uma vez efetuada a checklist, esta deve sofrer revisões e atualizações contínuas.

A tabela 2.3 representa o modo como deve ser feita uma análise por meio de checklists.

Tabela 2.3 – Análise por meio de checklists (Adaptado de (EU-OSHA, 2007))

Checklists	O que fazer?
Objetivo	Identificar perigos (simples) e assegurar o cumprimento de acordo com a legislação e normas em vigor
Quando aplicar	Em qualquer fase do processo
Apresentação dos resultados	Identificação de riscos simples e cumprimento das normas (Sim/Não); Identificação de situações que requerem uma análise e avaliação mais detalhada
Informação necessária	Lista de verificação (checklist); Legislação, normas, guias e fichas de segurança de material; Conhecimento do processo ou sistema
Pessoal envolvido	Técnico experiente para efetuar a checklist e proceder à verificação dos resultados e definir as próximas ações; Técnico de campo para dar cumprimento à checklist
Tempo de realização	Relativamente rápido
Custo	Muito barato
Desvantagens	Não contemplam novos processos e equipamentos; dados passados podem não conter dados de acidentes que não ocorrem frequentemente mas que têm elevadas consequências

b) Método de Análise das Energias

Este método de identificação de perigos, tem como princípio que o dano é provocado por uma transferência de energia (potencial, elétrica, cinética, térmica, outras) de um sistema de trabalho para a pessoa que se encontra exposta a essa energia. Se a energia transferida for superior ao suportado pelo organismo humano, então estamos na presença de um perigo (Ringdahl, 2001).

A aplicação deste método integra quatro fases fundamentais para além da preparação e conclusão: dividir o sistema em partes, identificar as energias, avaliar os riscos e propor medidas de segurança. A divisão do sistema faz-se de acordo com o “layout” da instalação em estudo e é aconselhável completar cada fase antes de avançar para a seguinte. Na fase de preparação devem ser definidos os limites do “objeto “ em estudo, que pode ser uma máquina, um local de trabalho ou uma fábrica, tendo em conta toda a informação disponível acerca deste. A análise será concluída após elaboração de um relatório que resuma a mesma e os seus resultados. Poderá ter descrições dos limites, energias mais importantes e propostas para implementação de medidas de segurança (Ringdahl, 2001). Uma vez identificadas todas as formas de energia é possível fazer uma avaliação do nível de risco utilizando, por exemplo, a matriz de graduação de risco presente na BS 8800:2004 (BSI, 2004).

c) Job Safety Analysis ou Análise de Segurança no Trabalho

Neste método a atenção está centrada nas tarefas realizadas por um operador ou grupo de operadores e utiliza-se quando as tarefas e a sua sequência se encontram bem definidas. A tarefa principal é decomposta numa lista de sub- tarefas que são analisadas individualmente de modo a identificar os diferentes perigos existentes em cada uma. A preparação deverá incluir atividades de manutenção e inspeção feitas por um grupo de analistas, e as tarefas são analisadas do ponto de vista do operador e do supervisor. A análise não deve ser restrita apenas a acidentes de trabalho, devem ser incluídos também os riscos para doenças ocupacionais (Ringdahl, 2001).

Não existindo uma lista de verificação “standard”, os perigos podem ser identificados através de perguntas como (Ringdahl, 2001):

- Que tipo de lesões ou ferimentos podem ocorrer?
- A tarefa é particularmente difícil, desconfortável ou repetitiva?
- A tarefa pode ser executada de forma mais simples?
- Existe trabalho por turnos ou noturno?
- A visibilidade dos instrumentos de leitura é adequada?
- A presença de outras pessoas (trabalho de equipa) pode causar interferências indesejáveis?

2.2.2 Métodos de Análise e Avaliação de Riscos

a) “What If?”

Este método de análise geral e qualitativa, devido à sua aplicação relativamente fácil, permite testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamentos e capacitação pessoal nos ambientes de trabalho, com o objetivo de proceder à identificação e tratamento de riscos (Brown, 1998).

Esta técnica apoia-se numa equipa de peritos que deve gerar uma abordagem abrangente, através da observação do local em estudo, colocando questões utilizando a expressão: “o que acontece se”, dando respostas e elaborando fichas de recomendações para prevenir os problemas existentes. As questões devem ser anotadas e enumeradas, bem como as consequências, ações existentes e recomendações de segurança correspondentes a essas questões. Finalmente são implementadas medidas de controlo de acordo com a categoria do risco (Brown, 1998).

Este método pode ser aplicado praticamente a todo o tipo de instalações, especialmente aquelas cujo cenário de falhas é relativamente simples.

b) Análise Preliminar de Perigos (APP)

De acordo com DE CICCIO e FANTAZANNI (FANTAZINNI, 1993) a APP permite determinar, durante a fase de desenvolvimento de um novo sistema, os perigos que poderão estar presentes na fase operacional do mesmo. Este método foi desenvolvido na área militar, sendo aplicado inicialmente como revisão nos novos sistemas de mísseis, uma vez que estes possuíam características de alto risco. As categorias de perigo foram adaptadas para instalações industriais convencionais a partir da norma militar norte americana MIL-STD-882 (Brown, 1998).

Trata-se de uma metodologia qualitativa para aplicação nas primeiras fases de desenvolvimento de um processo de análise de riscos, especialmente quando a informação disponível referente a pormenores e procedimentos operacionais ainda são escassos e não sistematizados, sendo precursora de outras metodologias mais elaboradas. Para cada perigo identificado, são descritas as possíveis causas, efeitos potenciais e medidas de controlo básicas para cada caso (a nível preventivo e/ou corretivo). Finalmente, os perigos identificados são avaliados tendo em conta a frequência com que ocorrem, o grau de severidade e o nível das suas consequências e, são propostas medidas de prevenção ou correção para as falhas detetadas. Os resultados da APP são apresentados em tabelas de análise elaboradas de acordo com as definições de perigo, causas possíveis, categoria de frequência, severidade, categoria de severidade, medidas preventivas ou corretivas existentes, medidas a implementar e avaliação preliminar de risco (Brown, 1998).

Na tabela 2.4 são apresentadas as categorias de frequência de ocorrência de um determinado evento e na tabela 2.5 são apresentadas as categorias de consequências de determinado evento.

Tabela 2.4 - Categorias de frequência de ocorrência de um determinado evento para APP
(Adaptado de (MIL-STD-882 A))

Categoria	Denominação	Faixa de Frequências (anual)	Descrição
A	FREQUENTE	$f > 10^{-1}$	Evento ocorre várias vezes durante a vida útil do processo/ instalação
B	PROVÁVEL	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Ocorre até uma vez durante a vida útil do processo/ instalação
C	IMPROVÁVEL	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo /instalação
D	REMOTA	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil do processo /instalação

E	EXTREMAMENTE REMOTA	$f < 10^{-4}$	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do processo /instalação
---	---------------------	---------------	--

Tabela 2.5 – Categorias de severidade de determinado evento, para APP
(FANTAZINNI, 1993)

Categoria	Denominação	Descrição
I	DESPREZÍVEL	<ul style="list-style-type: none"> - Sem danos ou com danos insignificantes para equipamentos, propriedade ou meio ambiente; - Não ocorrem lesões/ mortes de funcionários, terceiros (não funcionários) e/ ou pessoas (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor
II	MARGINAL	<ul style="list-style-type: none"> - Danos leves aos equipamentos, à propriedade ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis ou de baixo custo de reparo); - Lesões leves em empregados, prestadores de serviços ou em membros da comunidade
III	CRÍTICA	<ul style="list-style-type: none"> - Danos severos aos equipamentos, à propriedade ou ao meio ambiente; - Lesões de gravidade moderada em empregados, prestadores de serviço ou em membros da comunidade (probabilidade remota de morte); - Exige ações corretivas imediatas para que não ocorra catástrofe
IV	CATASTRÓFICA	<ul style="list-style-type: none"> - Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); - Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (empregados, prestadores de serviços ou em membros da comunidade).

Para estabelecer o nível de risco utiliza-se uma matriz que indique a frequência e a severidade dos eventos indesejáveis, como a matriz de risco baseada na norma britânica BS 8800:2004 (BSI, 2004) ,representada na tabela 2.1 e, procede-se à análise dos resultados obtidos listando-se as recomendações de medidas preventivas propostas pelos técnicos especializados.

c) Hazard and Operability Study (HAZOP)

Geralmente, o conceito de instalação de um processo associa-se a um sistema produtivo ou a parte deste, no qual intervêm substâncias químicas que, através de certas operações básicas e sequenciais, são submetidas a processos físicos ou químicos de modo a obter produtos intermédios ou acabados (Kletz T. A., 1999).

Estes processos químicos ou físicos devem desenvolver-se em condições de trabalho bem definidas, sendo a composição das substâncias químicas, a quantidade das mesmas nos processos interrompidos, o caudal em processos contínuos, a temperatura e a pressão de operação algumas das variáveis fundamentais do sistema que exigem um controlo rigoroso.

A análise de riscos neste tipo de instalações requer que sejam consideradas todas as variáveis que condicionam o processo em questão, planificando variações das mesmas face a possíveis falhas e, consequentemente, a capacidade de resposta da instalação. Deve ser considerado nas instalações de processos que podem existir inter- relações entre os riscos e os seus fatores que, segundo as circunstâncias desencadeadas, geram diferentes níveis de perigosidade e de gravidade das suas consequências (Kletz T. A., 1999) .

Por exemplo, uma perda de fluido perigoso através de uma junta de uma conduta pode gerar várias situações de risco potencial (atmosfera perigosas, corrosão, alteração do processo químico, entre outros).

O estudo de segurança de um processo químico requer obrigatoriamente um trabalho de equipa constituído por técnicos especializados e que conheçam as características e funcionamento da instalação e do processo (Kletz T. A., 1999).

A análise funcional de operacionalidade, HAZOP, constitui um método desenvolvido pela *Imperial Chemical Industries* em 1963 no Reino Unido, para ser aplicado no projeto de instalações para o desenvolvimento de uma fábrica de pesticidas, com o intuito de detetar situações de insegurança e foi descrito inicialmente por Trevor Kletz (Kletz T. , 1983).

Utilizado para identificar desvios operacionais, o método HAZOP pode ser aplicado na fase de projeto de novos sistemas, unidades de processo ou durante modificações ou ampliações de sistemas/unidades de processo que já se encontrem em operação.

Baseia-se no quanto determinada ação é desviada da sua intenção original e as definições características numa análise HAZOP são: *Intenção* (define como a instalação deve funcionar, sem desvios, nos locais em estudo), *Desvio* (consideram-se todos os desvios possíveis em relação ao planeado e que possam provocar danos; estes identificam-se aplicando as palavras-chave), *Causas* (são as razões porque ocorrem os desvios, podendo ser de hardware, humanas, externas, de processo, etc.), *Consequências* (resultado específico da ocorrência dos desvios) e *Palavras-chave* (palavras simples usadas como guia para qualificar e quantificar a intenção de modo a estimular o processo de brainstorming) (Kletz T. A., 1999) .

As palavras-chave usadas neste método são apresentadas na tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Tipos de desvios associados com as “Palavras-Chave”, método HAZOP
(Adaptado de (Kletz T. , 1983))

Palavra- Chave	Desvios considerados
Não/ Nada	Nenhuma parte da intenção é conseguida; nada acontece
Menos	Redução Quantitativa. Uma variável a menos
Mais	Aumento Quantitativo. Além de ser conseguida a intenção, outra atividade aconteceu
Parte de	Redução Qualitativa
Também/ de igual forma	Aumento Qualitativo
Reverso	Direção oposta à intenção
Outro/ Diferente	Substituição completa pois nenhuma parte da intenção foi conseguida

Na tabela 2.7 é apresentado o desenvolvimento sequencial da aplicação HAZOP num processo contínuo e na tabela 2.8 encontra-se a lista de desvios para HAZOP em processos contínuos.

Tabela 2.7 – Desenvolvimento sequencial da aplicação HAZOP para processo contínuo (Kletz T. , 1983)

1	Escolha de um equipamento ou recipiente
2	Definir as funções desejadas do equipamento incluindo as condutas e aparelhos ou serviços auxiliares associados ao mesmo
3	Escolha de determinada conduta
4	Definir a função desejada dessa conduta
5	Utilizar a primeira PALAVRA-CHAVE
6	Formulação do significado do possível desvio
7	Determinação das possíveis causas
8	Examinar possíveis consequências
9	Determinar a perigosidade, considerando a possibilidade de tais acontecimentos

10	Propor medidas necessárias
11	Repetir os pontos entre 6 e 10 para todos os possíveis desvios que foram formulados com a ajuda da primeira PALAVRA-CHAVE
12	Repetir os pontos entre 5 e 11 para todas as PALAVRA-CHAVE
13	Sinalizar a parte analisada nos diagramas de trabalho (<i>flowsheet</i>)
14	Repetir os pontos entre 3 e 13 para cada conduta (sistema)
15	Escolher um serviço auxiliar (por exemplo, sistema de aquecimento)
16	Definir a função desejada para este serviço auxiliar
17	Repetir os pontos entre 5 e 12 para este serviço auxiliar
18	Sinalizar a parte analisada nos diagramas de trabalho
19	Repetir os pontos entre 15 e 18 para todos os serviços auxiliares
20	Definir os objetivos específicos do equipamento ou unidade (recipiente)
21	Repetir os pontos entre 5 e 12
22	Assinalar que a análise do equipamento ou unidade esta terminada
23	Repetir os pontos entre 1 e 22 para os diferentes recipientes do diagrama do processo
24	Assinalar no <i>flowsheet</i> da instalação que a unidade do processo está concluída
25	Repetir os pontos entre 1 e 24 para todas as unidades do processo da instalação
26	FINAL DO MÉTODO HAZOP

Tabela 2.8- Lista de desvios para HAZOP em processos contínuos (Adaptado de (Kletz T. , 1983))

Parâmetros	Palavras- Chave	Desvios
Fluxo	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhum Fluxo Menos Fluxo Mais Fluxo Fluxo Reverso Contaminação
Pressão	Menos Mais	Pressão baixa Pressão alta
Temperatura	Menos Mais	Temperatura baixa Temperatura alta
Nível	Menos Mais	Nível baixo Nível alto
Viscosidade	Menos Mais	Viscosidade baixa Viscosidade alta
Reação	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhuma reação Reação incompleta Reação descontrolada Reação reversa Reação secundária
Fase 1	Bem como	Fase 2

Uma equipa de profissionais avalia as consequências dos desvios, e se um desvio significativo for identificado são asseguradas recomendações para implementação de medidas apropriadas a fim de evitar a ocorrência do mesmo. Este tipo de análise é normalmente usado a nível de sistemas gerando maioritariamente resultados qualitativos, apesar de uma quantificação simples também ser possível. Uma vez que o HAZOP tem um elevado grau de complexidade, tanto na fase de preparação como no desenvolvimento e, tem uma aplicação muito específica (indústria química, farmacêutica e afins), é necessário que seja complementado com outros métodos preliminares de análise de riscos que permitam simplificar muitas das deficiências normalmente previsíveis; deste modo o HAZOP oferece uma maior efetividade (Ringdahl, 2001).

d) Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) ou Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE)

Este método tem sido utilizado desde os anos 50 e encontra-se bem documentado, encontrando-se disponíveis várias descrições feitas acerca da sua utilização (Ringdahl, 2001)

cit. (Hammer, 1972) e (Taylor, 1994)). É utilizado para identificar e eliminar falhas conhecidas ou potenciais de um sistema, projeto ou serviço, antes que estas atinjam o cliente e pode ser aplicado quer no desenvolvimento do projeto do produto como no processo.

O FMEA é um método qualitativo de análise de riscos, que pode ser adaptado para a realização de análises semi- quantitativas, designando-se então por FMECA – Failure Mode and Effect and Criticality Analysis (análise de modos de falha, dos seus efeitos e severidade) - através da aplicação de escalas de probabilidade de ocorrência das falhas e da gravidade dos seus efeitos. Deste modo irá permitir caracterizar a importância no funcionamento do sistema de cada um dos modos de falha, o impacto que estes têm sobre a sua fiabilidade e a dimensão das respetivas consequências (Ringdahl, 2001).

As principais etapas de uma FMEA são as seguintes (Ringdahl, 2001):

- O sistema é dividido em unidades diferentes sob a forma de diagrama de blocos ou lista;
- Os modos de falha são identificados para as diversas unidades;
- As possíveis causas e consequências são avaliadas para cada modo de falha;
- É feita uma investigação do modo como se pode detetar a falha;
- São feitas recomendações das medidas de controlo adequadas.

Deve utilizar-se uma folha de registo para fazer esta análise, onde se incluem os seguintes itens: Identificação de cada componente; Causa; Efeito; Detecção de falhas; Possível Ação; Probabilidade e /ou Nível de Criticidade. Ao utilizar este método será detetado um grande número de possíveis falhas, pelo que se deve fazer uma classificação da sua importância (Ringdahl, 2001).

e) Fault Tree Analysis (FTA) ou Análise de Árvore de Falhas

Foi H.A Watson dos Bell Telephone Laboratories que iniciou o desenvolvimento deste método em 1961, a pedido da Força Aérea Americana para avaliação do sistema de controlo do míssil balístico *Minuteman* (Ericson, 1999).

Trata-se de um método quantitativo gráfico, que parte de um modo de falha denominado “evento de topo”, de maneira a reconhecer as causas diretas da ocorrência do evento. Possibilita também uma estimativa da probabilidade com que determinada falha pode ocorrer realizando uma análise quantitativa e, pode ser usado para um acidente que já ocorreu (i.e. técnica reativa) ou para analisar causas de um “acidente potencial” (i.e. técnica preditiva).

Consiste numa representação gráfica em “árvore” evidenciando as várias combinações lógicas de falhas de aparelhos ou erros humanos que resultam num acontecimento indesejável, utilizando operadores booleanos (de Boole) sendo este acontecimento de topo da árvore, e o diagrama lógico obtido designado por “árvore de falhas” (Kumamoto & Henley, 1996).

Este método pode ser utilizado em qualquer fase do processo e ainda que o resultado seja qualitativo apresenta a possibilidade de utilizar como avaliação quantitativa dados referentes a taxas de falha. Deve ter-se em conta uma descrição do sistema e o conhecimento das causas e seus efeitos, informação que pode ser previamente obtida através de uma análise HAZOP ou FMECA (Kumamoto & Henley, 1996).

f) Event Tree Analysis (ETA) ou Análise de Árvore de Eventos

Trata-se de um método lógico e indutivo que permite identificar e quantificar os resultados possíveis após um evento inicial e proporcionar uma abordagem indutiva para avaliar a confiabilidade destes, ou seja, avalia os resultados de um acidente potencial que poderiam acontecer devido a uma falha ou alteração do sistema. Pode ser aplicada em qualquer fase de um processo de análise de riscos. Os resultados obtidos podem ser gráficos, qualitativos ou quantitativos (Ringdahl, 2001).

Deve ser definido o evento que pode conduzir a um acidente, os sistemas de segurança (ações) que podem minimizar esse efeito, combinar numa árvore lógica de decisões as várias sequências de acontecimentos que surjam a partir do evento inicial e calcular as probabilidades associadas a cada ramo do sistema. Uma árvore de eventos deve ser lida da esquerda para a direita, começando com o evento inicial seguido com os demais eventos sequenciais. A linha superior é NÃO e significa que o evento não ocorre; a linha inferior é SIM e significa que o evento realmente ocorre (Ringdahl, 2001).

g) Método de William T. Fine

O método de W. Fine (WTF) foi publicado há mais de 30 anos (Fine, 1971) e é um método bastante utilizado para identificação dos perigos, avaliação, hierarquização e controlo de riscos associados a atividades e processos, de modo a determinar quais podem ou não ser tolerados e propõe a estimativa de cada risco com base em três variáveis: *Fator consequência* (F_c), *Fator exposição* (F_e) e *Fator probabilidade* (F_p) (Veiga, 2006).

Cada uma das variáveis referidas é analisada recorrendo a uma escala de 6 níveis. As tabelas 2.9 a 2.11 apresentam os vários níveis e descritores associados a cada uma das variáveis em análise. Neste método, sempre que se considerar que uma dada situação não se enquadra em nenhum dos códigos sugeridos, “caindo” apenas no seu intervalo, pode optar-se por atribuir um código diferente.

Tabela 2.9 - Escala de Fator consequência (F_c) para método WTF (Fine, 1971)

Fator consequência (F_c)	
100	Catastrófico- Muitas vítimas mortais.
50	Vários mortos.
25	Morte- acidente mortal.
15	Lesões graves- Incapacidade permanente/ Amputação.
5	Lesões com baixa- Incapacidade temporária.
1	Pequenos ferimentos- Lesões ligeiras: contusões, golpes, etc...

Tabela 2.10- Escala de Fator exposição (F_e) para método WTF (Fine, 1971)

Fator exposição (F_e)	
10	Contínua- muitas vezes ao dia.
6	Frequente- aproximadamente 1 vez por dia.
5	Ocasional:> 1 vez por semana e <1 vez por mês.
4	Irregular:> 1 vez por mês e <1 vez por ano.
1	Raro- sabe-se que ocorre, mas com frequência muito baixa.
0,5	Pouco provável- Não se sabe se ocorre mas é possível que possa ocorrer.

Tabela 2.11 – Escala de fator probabilidade (F_p) para método WTF (Fine, 1971)

Fator probabilidade (F_p)		
10	Muito Provável	Acidente como resultado mais provável e esperado se a situação de risco ocorrer.
6	Possível	É muito possível que ocorra. Acidente como perfeitamente possível. Probabilidade de 50%.
3	Raro	É raro que aconteça. Acidente com incidência rara. Probabilidade de 10 %.
1	Repetição Improvável	Já aconteceu mas é difícil que se repita. Acidente com incidência remotamente possível. Sabe-se que já ocorreu. Probabilidade de 1%.
0,5	Nunca aconteceu	Acidente como incidência extremamente remota.
0,1	Praticamente impossível	Acidente como praticamente impossível. Nunca aconteceu em muitos anos de exposição.

O produto da classificação das três variáveis dá a Magnitude do Risco (R), que, neste método, é designada por grau de perigosidade (GP). Para facilitar a leitura e respetiva relação entre as várias escalas ir-se-á manter a terminologia de Magnitude de Risco (R).

A equação 1 traduz o processo de determinação da Magnitude de Risco (R).

$$R = F_c \times F_e \times F_p \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

R- magnitude do risco;

F_c- Fator consequência;

F_e- Fator exposição;

F_p- Fator probabilidade.

A escala varia entre 0,05 (situação ótima) e 10 000 (situação péssima).

Para a determinação das prioridades de intervenção recorre-se à escala de Índice de risco disponibilizada e que se encontra na tabela 2.12.

Tabela 2.12 – Índice de risco e Prioridade de Intervenção segundo a Magnitude de risco (R) obtida para método WTF (Fine, 1971)

Magnitude do risco	Índice de risco		Prioridade de intervenção
≥ 400	1	Grave e iminente	Suspensão imediata da atividade perigosa.
[200-400[	2	Alta	Correção imediata.
[70-200[	3	Notável	Correção necessária urgente.
[20-70[	4	Moderado	Não é urgente mas deve corrigir-se.
<20	5	Aceitável	Pode omitir-se a correção.

Este método tem a particularidade de apresentar uma Justificação das medidas a implementar (J) a partir de uma relação de Custo – Benefício, estabelecida pela equação 2.

$$J = \frac{R}{f_c * g_c} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

J- Justificação das medidas a implementar;

R- Magnitude do risco;

fc- Fator custo (traduz o custo expectável da intervenção);

gc- Grau de correção (traduz aquilo que é expectável reduzir em termos de Magnitude do risco (R), face à implementação das medidas contempladas no Fator custo (fc).

A determinação das variáveis Fator custo (fc) e Grau de correção (gc) é efetuada com o auxílio das classificações propostas nas tabelas 2.13 e 2.14.

Tabela 2.13 – Fator custo (fc), método WTF

Fator custo (fc)	
10	>2.500 €
6	De 1.250 € a 2.500 €
4	De 675 € a 1.250 €
3	De 335 € a 675 €
2	De 150 € a 335 €
1	De 75 € a 150 €
0,5	<75 €

Tabela 2.14 – Grau de correção (gc), método WTF

Grau de correção (gc)	
1	Risco completamente eliminado
2	Risco reduzido em 75%
3	Risco reduzido entre 50 e 75 %
4	Risco reduzido entre 25 a 50%
5	Ligeiro efeito sobre o risco

Determinado o fator J, com o auxílio da equação 2, procede-se à sua interpretação de acordo com o princípio proposto na tabela 2.15.

Tabela 2.15 - Índice de Justificação (J) versus Grau de atuação, método de WTF

Índice de Justificação (J)	Grau de atuação
≥20	Suspensão imediata da atividade perigosa
[10-20[	Correção imediata
<10	Correção necessária urgente

Segundo este método podem ser identificadas as atividades que necessitam de medidas de controlo para eliminar ou reduzir o possível risco para acidentes de trabalho. Para valores de magnitude de risco inferiores a 20 o risco é aceitável, mas para valores de magnitude de risco iguais ou superiores a 400 o risco não é aceitável (grave e iminente) e é necessário colocar em prática medidas de controlo com imediata suspensão da atividade.

2.3 Ruído

O ruído constitui um dos principais fatores de risco para a saúde no local de trabalho, pela frequência com que se apresenta nas atividades profissionais da indústria e pelo elevado número de trabalhadores expostos. É um som desagradável, constituindo fator de incomodidade e dificultando a comunicação, podendo assim tornar-se um dos fatores causais de acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Trata-se de uma das formas de poluição mais evidentes no meio industrial e no ambiente em geral, podendo afetar o homem tanto a nível físico, como psicológico e social.

Do ponto de vista físico, o ruído pode ser definido como toda a vibração mecânica que se pode transmitir por ondas através de um meio elástico, tanto diretamente através do ar, como indiretamente por condução, (p. ex., nas estruturas sólidas como pavimentos, paredes, equipamentos), enquanto do ponto de vista fisiológico é tido como todo o fenómeno acústico que produz uma sensação desagradável ou incomodativa (DL nº 182/2006 de 6 de Setembro).

O ruído industrial resulta da “mistura” de vários tipos de ruído:

- *Contínuo ou estacionário*, cujas flutuações de nível são mínimas durante o período de observação;
- *Descontínuo ou não estacionário*, onde o nível varia significativamente durante o período de observação.

A exposição ao ruído pode causar variadas perturbações da audição do ser humano. Poderá ocorrer perda temporária da audição durante a exposição ao ruído, a qual pode ter recuperação a partir do momento em que finda a exposição, ou perda definitiva de audição, consequência de um processo continuado de exposição a níveis de ruído e tempos de exposição que ultrapassam os limites a que o organismo é capaz de resistir sem quaisquer tipos de danos (DL nº 182/2006 de 6 de Setembro).

É obrigação da entidade empregadora e do trabalhador a eliminação ou redução do ruído excessivo, pois, quanto mais seguro e saudável o ambiente de trabalho, menores as probabilidades de ocorrer um acidente (DL nº 182/2006 de 6 de Setembro).

O **nível de pressão sonora (L_p)** é expresso em dB, e traduz o valor eficaz a que um trabalhador está exposto sem considerar o efeito de qualquer equipamento de proteção individual que este utilize. É dado pela expressão:

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (Eq. 3)$$

P- pressão sonora

P_0 - pressão sonora de referência= 2×10^{-5} Pa

O **pico de nível de pressão sonora (L_{cpico})** é o valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora a que o trabalhador está exposto, ponderado C, expresso em dB (C).

$$L_{cpico} = 10 \log \left(\frac{p_{cpico}}{p_0} \right)^2 \quad (Eq. 4)$$

Onde:

P_{cpico} – valor máximo de pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado C e expresso em Pa.

Entende-se por **exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$** , o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para o período normal do trabalho diário de 8 horas (T_0), que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho e é expresso em dB (A), e dado pela expressão:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \log \left(\frac{Te}{T_0} \right) \quad (Eq. 5)$$

Onde o **nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq,Te}$)** é dado por:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log \left\{ \frac{1}{Te} \int_0^{Te} \frac{[p_A(t)]^2}{(p_0)^2} dt \right\} \quad (Eq. 6)$$

T_e - duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído, durante o período de trabalho;

T_0 - duração de referência (8 horas);

$p_A(t)$ – pressão sonora instantânea ponderada A (Pa), a que o trabalhador está exposto;

p_0 – pressão de referência = 2×10^{-5} Pa

O **nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,T}$** , ponderado A de um ruído num intervalo de tempo T, é o nível sonoro expresso em dB (A), dado pela expressão:

$$Lp_A = 10 \log \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 \quad (Eq. 7)$$

Onde:

T- tempo de exposição de um trabalhador ao ruído no trabalho;

$p_A(t)$ – pressão sonora instantânea ponderada de A, expressa em Pa, a que está exposto o trabalhador.

Em relação à **exposição pessoal diária efetiva**, $L_{EX,8h,efet}$, trata-se da exposição tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos, em dB (A) e calcula-se pela expressão:

$$L_{EX,8h,efet} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0,1 L_{Aeq,Tk,efet})} \right] \quad (Eq. 8)$$

Onde:

T_k – tempo de exposição ao ruído;

$L_{Aeq,Tk,efet}$ – nível sonoro contínuo equivalente a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos.

Os valores limite de exposição e os valores de ação superior e inferior, no que se refere à exposição pessoal diária ou semanal de um trabalhador e ao nível de pressão sonora do pico, são fixados em (DL nº 182/2006 de 6 de Setembro) :

- a) Valores limite de exposição: $L_{EX,8h}=87$ dB (A) e $L_{Cpico}= 140$ dB (C) equivalente a 200 Pa;
- b) Valores e ação superiores: $L_{EX,8h}=85$ dB (A) e $L_{Cpico}= 137$ dB (C) equivalente a 140Pa;
- c) Valores de ação inferiores: $L_{EX,8h}=80$ dB (A) e $L_{Cpico}= 135$ dB (C) equivalente a 112 Pa.

São utilizados **aparelhos de medição direta**, nomeadamente **sonómetros** e **dosímetros**, para avaliar a exposição dos trabalhadores ao ruído. Enquanto os sonómetros são utilizados para medir o nível de exposição ao ruído em termos ambientais, os dosímetros utilizam-se para medir a dose de ruído individual a que cada trabalhador está sujeito. Estes equipamentos deverão ser calibrados e utilizados de acordo com as especificações do fabricante e as normas vigentes para o efeito.

As figuras seguintes representam diferentes tipos de dosímetros e sonómetros que podem ser utilizados para medição do ruído no local de trabalho.



Figura 2.2- Dosímetros



Figura 2.3 - Sonómetros

2.3.1 Efeitos do ruído na saúde

O ruído tem ação sobre o aparelho auditivo, podendo levar a perdas de audição temporárias (fadiga auditiva, facilmente recuperável) ou definitivas, quando a exposição é muito intensa ou prolongada (surdez sono traumática, onde há destruição progressiva, permanente e irreversível do nervo coclear).

O sistema auditivo divide-se em duas partes: sistema auditivo periférico e sistema auditivo central, onde primeiro é dividido em três partes: ouvido externo, médio e interno e, o segundo é formado pelo nervo e córtex auditivo.

O ouvido externo e o médio estão associados, de modo a transformar a energia acústica em mecânica; o ouvido interno transforma essa energia mecânica em impulsos nervosos que vão representar os fenómenos acústicos (L.Brauer, 2006).

O mecanismo fisiopatológico do aparelho auditivo é bastante complexo, mas poderá resumir-se do seguinte modo (Garbe, 2010):

1- A onda sonora penetra no ouvido externo, com a ajuda do pavilhão auricular, através do canal auditivo, até uma membrana finíssima e elástica – membrana timpânica.

2- Esta começa a vibrar, transmitindo essa vibração à cadeia de ossículos do ouvido médio (martelo, bigorna e estribo); o ouvido médio contém ar e comunica com a rinofaringe pela trompa de Eustáquio, permitindo o equilíbrio de pressão entre um lado e outro do tímpano.

3 – A vibração é então transmitida ao ouvido interno- à cóclea ou caracol, que se encontra cheia de líquidos especiais, a perilinfa e a endolinfa; parte da cóclea encontra-se revestida por células ciliadas que são um órgão sensorial (órgão de Corti), encarregado de transformar a energia mecânica da onda sonora numa série de impulsos nervosos que vão atingir, através do nervo coclear, a parte do córtex cerebral responsável pela perceção dos estímulos acústicos.



Figura 2.4 - Sistema auditivo periférico (Adaptado de (Sasson, 2002))

Para além de surdez, o ruído pode também provocar aumento da tensão sanguínea, afetar o sistema nervoso causando stress, irritabilidade, ansiedade, alterações de memória e sono.

Uma vez que interfere na capacidade de comunicação, pode estar na origem, juntamente com a irritabilidade e fadiga, de acidentes de trabalho e influenciar negativamente a produtividade e qualidade do produto.

A seleção de protetores auditivos deve ter em conta a atenuação ao ruído por ele proporcionada. Esta seleção deverá ser realizada em função da atenuação por bandas de oitava, seguindo o método seguinte (DL nº 182/2006 de 6 de Setembro):

- Medição do nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, em cada banda de oitava $L_{Aeq,f,Tk}$, do ruído a que o trabalhador está exposto;
- Determinação dos níveis globais em dB (A) por banda de oitava, L_{63} , L_{125} ..., L_{8000} , de acordo com a equação 9.

$$Ln = L_{Aeq,f,Tk} - M_f + 2_{sf} \quad (Eq. 9)$$

Onde:

M_f - valor médio da atenuação dos protetores auditivos em cada banda de frequência (indicado pelo fabricante);

S_f - valor do desvio padrão de atenuação (indicado pelo fabricante).

Depois dos valores globais deve ser calculado o nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,Tk,efet}$, de cada ruído que ocorra durante o tempo T_k quando o trabalhador está com os protetores auditivos.

$$L_{Aeq,Tk,efet} = 10 \log \sum 10^{0,1 Ln} \quad (Eq. 10)$$

Em relação aos protetores individuais auditivos podem considerar-se os tampões auditivos e os abafadores ou “tapa- orelhas”.

Os **tampões auditivos** são introduzidos no canal auditivo externo, impedindo a propagação do ruído até ao ouvido interno. São mais leves e fáceis de utilizar uma vez que são moldáveis ou pré moldáveis, mas podem causar lesões crónicas (ex: eczema do canal auditivo), sobretudo quando são manuseados várias vezes e/ou com as mãos sujas.



Figura 2.5 - Tampões auditivos

Os **abafadores** são normalmente mais eficazes, ajustáveis à cabeça do trabalhador por uma banda ou quando inseridos no seu capacete (protetor combinado com outro EPI) causando algum desconforto (calor ou “pressão” na cabeça) e consequentemente má adaptação do utilizador.



Figura 2.6 - Abafadores

2.4 Movimentação Manual de Cargas

A movimentação manual de cargas (MMC) é considerada uma das principais causas de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho.

MMC é qualquer operação de transporte e sustentação de uma carga, por um ou mais trabalhadores que, devido às suas características ou condições ergonómicas desfavoráveis, comporte riscos para os mesmos, nomeadamente na região dorso lombar (DL 330/1993 de 25 de Setembro).

Quando se fala de movimentação e carga de transportes não se entende unicamente a movimentação de objetos pesados em grandes distâncias, mas também, dependendo das condições, movimentações em pequenas distâncias com objetos mais leves que podem causar tantos problemas como os anteriores.

Alguns fatores podem influenciar o risco de lesão por movimentação manual de cargas (Adaptado de (DL 330/1993 de 25 de Setembro)):

Características da carga:

- ☞ Demasiado pesada - superior a 30 kg em operações ocasionais e superior a 20 kg em operações frequentes;
- ☞ Muito volumosa ou difícil de agarrar;
- ☞ Instável ou com conteúdos sujeitos a deslocações;
- ☞ Colocada de modo a que deva ser mantida ou manipulada à distância do tronco ou com flexão ou torção do tronco;
- ☞ Suscetível de causar lesões no trabalhador, nomeadamente em caso de choque, devido ao aspeto exterior e consistência.

Esforço físico necessário:

- ☞ Quando apenas pode ser realizado mediante movimento de torção do tronco;
- ☞ Quando excessivo para o trabalhador;
- ☞ Quando efetuado com o corpo em posição instável;
- ☞ Quando possa implicar um movimento brusco de carga.

Características do meio de trabalho:

- ☞ Pavimento irregular, instável ou escorregadio que implique riscos de tropeçar ou cair;
- ☞ Pavimento com desníveis;
- ☞ Espaço insuficiente para o exercício da atividade;
- ☞ Temperatura, humidade ou circulação do ar inadequadas;
- ☞ Desarrumação dos locais de armazenamento e trabalho;
- ☞ Iluminação insuficiente pode aumentar o risco de acidentes ou obrigar os trabalhadores a colocar-se em posições inadequadas para ver o que estão a fazer.

Exigências da atividade e fatores individuais:

- ☞ Esforços físicos frequentes ou prolongados;
- ☞ Período de descanso e recuperação insuficiente;
- ☞ Grandes distâncias de elevação, abaixamento ou transporte;
- ☞ Inadequação do vestuário ou equipamento de trabalho;
- ☞ Inaptidão física e/ou conhecimentos insuficientes;
- ☞ Antecedentes de lesões lombares.

De entre os **perigos mais frequentes** que advêm do manuseamento manual de cargas estão a queda de pessoas, a queda de objetos em manipulação, o choque ou pancadas por objetos imóveis, a projeção de fragmentos ou partículas, pancadas e cortes com ferramentas ou outros objetos, entaladelas e sobre- esforço ou posturas inadequadas (Pinto, 2008).

Quando se verificarem riscos para a segurança e saúde devem reavaliar-se os elementos de risco identificando as causas e os fatores individuais, nomeadamente a inadaptação física ou a suscetibilidade individual e tomar rapidamente as medidas corretivas adequadas; deve proceder-se a uma nova avaliação, de modo a verificar a eficácia das medidas corretivas adotadas.

2.4.1 Efeitos na saúde

Os riscos possíveis quando se elevam ou depositam cargas de modo inadequado envolvem principalmente o aparelho motor humano, os aspetos cardio – respiratórios e a fadiga muscular.

Das lesões que daí podem resultar há que fazer a distinção entre *lesões súbitas* e *lesões cumulativas*. Nas primeiras inserem-se os casos de rutura muscular, tendão arrancado, hérnia discal ou fissuras nos ossos; são acompanhadas de dor aguda e a incapacidade de trabalhar é

quase imediata. É de salientar que uma fadiga muscular localizada pode provocar uma ação amplificadora sobre outros grupos musculares envolvidos na mesma atividade (por ex: o torcicolo é provocado por um esforço da cintura escapular, dos músculos do antebraço e da mão).

Nas segundas afeções, os primeiros sintomas são sensação de incómodo, fraqueza e dor seguidas de diminuição de capacidade que leva finalmente à interrupção do trabalho com sintomas patológicos, tornando-se mais difícil determinar quando apareceram os sintomas (EU-OSHA, 2007).

Os problemas respiratórios não são muito frequentes em operações de levantamento e transporte de cargas, no entanto poderão surgir dificuldades nas pessoas que têm problemas respiratórios crónicos, especialmente quando os músculos torácicos são submetidos a muito esforço.

2.4.2 Métodos e Ferramentas existentes para o estudo de MMC

Existem várias metodologias para avaliação de riscos associados à movimentação manual de cargas, no entanto nem todos se adaptam a todas as situações nem apresentam os mesmos resultados.

Num primeiro nível podem ser utilizadas listas de controlo (*checklists*) para identificação do risco, incidindo apenas numa descrição da carga de trabalho física objetiva. Estas listas não requerem medições e devem ter em conta o risco individual. Normalmente consistem numa série de perguntas em conformidade com o DL nº 330/1993 de 25 de Setembro às quais se responde “sim” ou “não”.

Dos métodos mais conhecidos destacam-se o método do NIOSH, o Quick Exposure Check (QEC), o Método dos Indicadores Chave (KIM) e a ferramenta MAC.

a) Método do NIOSH

O National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH, desenvolveu nos anos 80 (NIOSH, 1981) um método para avaliar a carga máxima a ser manuseada manualmente no local de trabalho. A intenção era criar uma ferramenta que permitisse identificar os riscos de lombalgias associadas à carga física a que estava exposto o trabalhador e recomendar um limite de peso adequado para cada tarefa.

O método foi revisto em 1994 e atualmente a equação do NIOSH permite determinar o Limite de Peso Recomendado (LPR) a partir da combinação de sete fatores (WATER, 1994).

$$LPR = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (Eq. 11)$$

Onde:

LC – Carga constante = 23 kg;

HM – Multiplicador horizontal $= (25/H)$;

VM – Multiplicador vertical $= (1 - (0,003 |V-75|))$;

DM – Multiplicador de distância vertical $= (0,82 + (4,5/D))$;

AM – Multiplicador de assimetria $= (1 - (0,0032 A))$;

FM – Multiplicador de frequência (tabela 3.24);

CM – Multiplicador de pega (manuseio) (tabela 3.23);

H – Distância horizontal (cm) entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os tornozelos;

D – Distância vertical (cm) de transporte de carga entre o ponto de partida e o de chegada;

V – Distância vertical das mãos (cm) com relação ao solo no início do levantamento;

A – Rotação do tronco.

O coeficiente de pega ou manuseio (CM) é obtido através da tabela 2.16, em função do valor da distância vertical (V) e do tipo de manuseio (fácil, regular ou difícil).

Tabela 2.16 - Coeficiente de manuseio (CM) (Adaptado de (Dul J. & Weerdmeester B., 1995))

Manuseio	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$
Fácil	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Difícil	0,90	0,90

O coeficiente de frequência (FM) é obtido a partir da tabela 2.17 em função da duração do tempo de trabalho, do valor V e do número de elevações por minuto.

Tabela 2.17 - Coeficiente de frequência (FM) (WATER, 1994)

Frequência	Duração da atividade Contínua					
	$\leq 8 \text{ horas}$		$\leq 2 \text{ horas}$		$\leq 1 \text{ hora}$	
Levantamento (s) por minuto	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$	$V < 75 \text{ cm}$	$V \geq 75 \text{ cm}$
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94

2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,441	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

É também possível calcular o índice de elevação (Lifting Index-LI) que fornece uma estimativa do nível de risco de uma tarefa, sendo definido como a relação do peso do objeto (L) com o limite de peso recomendável (LPR).

$$LI = \frac{L}{LPR} \quad (Eq. 12)$$

Na tabela 2.18 encontram-se os graus de valoração de risco envolvidos nas tarefas de elevação de cargas e respetivo tipo de intervenção requerido.

Tabela 2.18 - Critérios de Interpretação do índice de elevação (LI) (Adaptado de (Leonardo & Brás))

LI	Classificação de Risco	Tipo de intervenção
≤ 1	ACEITÁVEL (Ausência de Risco)	Desnecessária
1,1 – 2,9	MÉDIO (Risco para alguns trabalhadores)	Engenharia /Organização
$> 3,0$	ELEVADO (Risco para a maioria dos trabalhadores)	Engenharia /Organização

Este método empírico é o mais adequado para a avaliação de MMC pois não interfere com a rotina dos trabalhadores e aborda a maioria dos parâmetros que compõem a MMC. Apesar disso também apresenta algumas restrições como por exemplo, não se aplicar a espaços onde

as posturas sejam desfavoráveis, onde não haja boas condições mecânicas, condições térmicas e visuais favoráveis e não incluir circunstâncias imprevistas.

b) Quick Exposure Check (QEC)

O método QEC (Guangyan Li and Peter Buckle, 1999) permite avaliar a exposição de quatro áreas do corpo para os mais importantes fatores de risco de doenças osteomusculares. É rápido, fácil de usar e permite uma participação direta com o trabalhador de modo a conseguir melhorar e reavaliar as condições a que este está exposto. Incentiva a consideração de mudanças de estações de trabalho, ferramentas, equipamentos e métodos de trabalho de modo a eliminar, ou minimizar os níveis de exposição.

Abrange doze tópicos num total de dezasseis questões distribuídas em duas colunas. A primeira coluna contém a avaliação do observador acerca das posturas adotadas e da frequência de movimentos exercidos pelo pescoço, coluna, braços, ombros e mãos e a segunda contém a opinião do trabalhador acerca do peso que carrega, do tempo que demora a efetuar determinada tarefa, do esforço necessário e da força exercida ao longo do dia de trabalho. No final as respostas são comparadas e é dada uma pontuação de acordo com vários fatores (postura versus força, duração versus força e postura versus duração, juntamente com outros fatores). O total pode ir de 46 a 269 pontos e o risco pode ser avaliado em quatro categorias: baixo (46-84 pontos), moderado (106-138), elevado (168-198) e muito elevado (187-294) (Geoffrey David, 2005).

c) Ferramenta KIM - Método dos Indicadores Chave

Este método foi desenvolvido pelo Federal Institute for Occupational Safety and Health (BauA) e destina-se às tarefas de Movimentação Manual de Cargas relativamente a um dia de trabalho. De acordo com a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, foi publicado um modelo, em 1996, após o qual foi realizado um programa de cinco anos de testes de utilizador, sendo as versões finais da ferramenta publicadas em 2002 (EU-OSHA, 2008) .

A descrição da tarefa e a avaliação são separadas, sendo a primeira limitada a itens chave. Todos estes itens são pontuados em várias etapas de valor máximo e mínimo e o utilizador não necessita de medições exatas. A análise de risco é baseada num modelo de dose: **duração x intensidade**.

É necessário calcular valores médios se as cargas e/ou a posição mudarem dentro de uma atividade individual e há três passos a ter em conta:

- 1) Determinar a pontuação do tempo;
- 2) Determinar a pontuação para os indicadores chave;
- 3) Avaliação.

Em anexo encontram-se as folhas de cálculo KIM utilizadas em atividades que envolvem Levantar, Segurar e Transportar cargas e as folhas de cálculo para atividades envolvendo Empurrar e Puxar (CARIT, 2008).

d) Ferramenta MAC (Manual Handling Assessment Charts) - Gráficos de Avaliação de Movimentação Manual

Esta ferramenta foi desenvolvida pelo Health and Safety Executive (HSE) e pelo Health and Safety Laboratory (HSL) e publicada em 2002. Inicialmente foi concebida para ajudar os inspetores de saúde e segurança a avaliar os fatores de risco mais comuns associados às operações de elevação e abaixamento, transporte e movimentação em equipa. Para cada tipo de avaliação existe um guia de avaliação e um fluxograma bem como uma folha de pontuação.

Nesta folha de pontuação o utilizador descreve a tarefa e em seguida os fatores de risco são considerados usando um dos 3 fluxogramas que lidam com as operações de elevação, transporte e deslocação da equipa. Para cada fator de risco é atribuída uma cor de semáforo pelo observador usando um simples guia na ferramenta. As cores ajudam a mostrar o risco a partir de cada fator. A pontuação total pode ser usada para dar prioridade à ação entre diferentes tarefas. Duas ou mais tarefas podem ser comparadas – quanto mais alta a pontuação presente maior é o risco e este deve ser combatido primeiro. As pontuações podem também ser comparadas para melhorias propostas – de modo a verificar qual a que permite maior redução do risco (CARIT, 2008). A classificação dos níveis de risco é apresentada na tabela 2.19.

Tabela 2.19- Classificação dos níveis de risco (Adaptado de (CARIT, 2008))

<p>V=VERDE- Baixo nível de Risco</p> <p>A vulnerabilidade dos grupos de risco especiais (ex: grávidas, jovens) deve ser considerada sempre que necessário</p>
<p>A=ÂMBAR – Nível médio de risco- Examine as tarefas de perto</p>
<p>Vr=VERMELHO- Nível elevado de risco- Agir imediatamente.</p> <p>Este risco pode expor uma percentagem significativa de trabalhadores em risco de lesão</p>
<p>P=PÚRPURA- Nível de risco muito elevado</p> <p>Estas operações podem representar um risco grave de lesão e devem ser investigadas de perto, especialmente quando o peso total de carga é suportado por uma pessoa</p>

O MAC não se adequa a algumas operações envolvendo empurra e puxar nem à análise de problemas relacionados com os membros superiores e a sua utilização não compreende uma análise de risco completa.

2.5 Exposição a Agentes / Contaminantes Químicos

Os produtos químicos que se libertam no decorrer de numerosas atividades representam um risco frequente a que estão expostos um grande número de trabalhadores.

O desenvolvimento tecnológico não só tem agravado os riscos já conhecidos, como também tem introduzido novos riscos na indústria, dos quais, em grande parte dos casos, pouco ou nada se conhece. Existem vários produtos químicos que são lançados no mercado desconhecendo-se os seus efeitos a longo prazo (doenças profissionais).

Quando se fala de doenças profissionais é importante não esquecer a predisposição de cada indivíduo para contrair uma certa doença profissional e os agentes potenciadores introduzidos pelo próprio trabalhador (doença, má alimentação, etc.).

Entende-se por contaminante químico toda a substância orgânica ou inorgânica, natural ou sintética que durante o seu manuseamento, fabrico, transporte, armazenamento ou utilização se incorpora no ar na forma de gases, poeiras, fumos, vapores, nevoeiros, aerossóis com efeitos irritantes, corrosivos, asfixiantes ou tóxicos em quantidades que podem causar danos na saúde das pessoas (doenças profissionais) ou danos pessoais e /ou materiais (DL nº305/2007, de 24 de Agosto).

Os contaminantes podem existir na atmosfera em diferentes estados (Silva, 2009):

- Estado líquido (aerossóis ou névoas e neblinas ou nevoeiros) - têm capacidade para se evaporarem dependendo da temperatura de trabalho (pressão de vapor);
- Estado sólido (poeiras, fibras e fumos) – partículas suspensas que formam agrupamentos moleculares. Diferem entre si, dependendo da forma, tamanho e processos pelos quais são gerados;
- Estado gasoso (gases e vapores) – concentração de um gás ou vapor no ar expressa em partes por milhão (ppm) ou em miligramas por metro cúbico (mg/m^3) em condições PTN (pressão e temperatura normais: pressão de 760 mmHg e temperatura de 25°C).

A gravidade dos riscos depende de vários fatores:

- Propriedades da substância (sólido, líquido, vapor ou gás);
- Toxicidade (efeito sobre o organismo);
- Modo de exposição ou via de absorção;
- Concentração;
- Duração da exposição;
- Suscetibilidade individual (estado de saúde, idade, sexo e/ou tolerância);
- Fatores ambientais (pressão atmosférica, temperatura, humidade).

➤ **Vias de entrada dos agentes químicos no organismo**

As matérias perigosas podem ser absorvidas pelo organismo através da via respiratória, dérmica, digestiva ou parenteral. A via respiratória é a principal via de entrada de contaminantes químicos no organismo; a quantidade total de um contaminante absorvido por esta via varia dependendo da sua concentração no ambiente de trabalho, do tempo de exposição e da capacidade que o próprio organismo tem para a ventilar (Lança, 2010).

A via dérmica é a segunda via mais importante de absorção de contaminantes, mas nem todas as substâncias penetram na pele. No entanto existem substâncias que são altamente corrosivas, tóxicas, nocivas, mutagénicas e podem causar graves danos quando absorvidas por esta via e por via respiratória.

Em termos de higiene industrial a via digestiva tem pouca importância, exceto se houver ingestão de alimentos no local de trabalho, ou quando se fuma perto de substâncias tóxicas ou comburentes. A via parenteral diz respeito à penetração direta do contaminante no organismo através de feridas existentes na pele (Lança, 2010).

Embora o organismo humano tenha a capacidade para eliminar as matérias perigosas, esta esgota-se se a situação de exposição se prolongar podendo causar graves problemas de saúde. Como tal, dependendo da toxicidade de cada substância assim será a extensão dos danos causados no organismo.

Podem existir intoxicações agudas (manifestam-se a curto prazo como dores de cabeça, vómitos e tonturas) ou crónicas que aparecem a longo prazo e ambas podem causar danos irreversíveis, devendo ser adotadas medidas para evitar e minimizar o contacto com as substâncias.

2.5.1 Avaliação e controlo de riscos químicos

A avaliação e o controlo de riscos químicos obrigam à utilização de metodologias que implicam diversas referências, das quais são apresentadas, de forma sucinta, os aspetos fundamentais a ter em conta.

a) Rotulagem, fichas de dados de segurança e simbologia

O Decreto – Lei nº 98/2010, de 11 de Agosto impõe aos fabricantes e importadores, a obrigação de informar o utilizador sobre os riscos relativos aos agentes químicos e sobre as medidas preventivas a ser adotadas para um controlo adequado mediante a rotulagem e a ficha de dados de segurança de cada agente químico (DL nº 98/2010, de 11 de Agosto).

A figura 2.7 representa um exemplo de rotulagem que deve ser utilizada.



Figura 2.7- Rótulo de substância química (Adaptado de (DL nº 98/2010, de 11 de Agosto))

As fichas de dados de segurança (FDS) devem estar de acordo com a legislação em vigor e conter as informações necessárias a prestar pelos fabricantes, importadores e distribuidores de substâncias perigosas no momento da sua colocação no mercado, para que se possam adotar as medidas de segurança e saúde do trabalho necessárias. As empresas devem manter as FDS das substâncias perigosas manipuladas ou armazenadas atualizadas e de fácil acesso (adaptado de (DL nº 98/2010, de 11 de Agosto)).

Nos anexos II e III, encontram-se, respetivamente, exemplos de fichas de segurança utilizadas na empresa em estudo e, simbologia e respetivas indicações de perigo para substâncias e preparações perigosas de acordo com a legislação (DL nº 98/2010, de 11 de Agosto).

b) Análise Qualitativa

É muito importante que a análise qualitativa dos agentes químicos seja efetuada a partir da avaliação da composição dos produtos utilizados na respetiva FDS e da pesquisa dos efeitos na saúde humana para cada um dos componentes, através da análise das Fichas Toxicológicas disponíveis. Esta análise deve ser efetuada tendo em conta cada trabalhador exposto e cada produto manuseado, uma vez que, com esta análise se podem obter informações como o efeito aditivo, efeito independente, partes do corpo afetadas pela substância, entre outros (Silva, 2009).

c) Armazenagem

Na armazenagem há que ter em conta a compatibilidade dos diferentes produtos químicos, de modo a evitar riscos suscetíveis de provocar danos materiais ou humanos. Uma das regras fundamentais é evitar o contacto entre:

- Ácidos fortes;

- Bases fortes;
- Redutores fortes;
- Produtos inflamáveis compatíveis ou não com a água;
- Produtos tóxicos não incluídos nos grupos anteriores.

Os produtos químicos mais perigosos deverão ser armazenados em condições particulares e a armazenagem de gases faz-se no exterior (não expostos a radiações solares) (Silva, 2009).

d) Valores Limite de Exposição

De acordo com o Decreto-lei nº 305/2007, de 24 de Agosto (DL nº305/2007, de 24 de Agosto), os VLE são as concentrações de substâncias nocivas que representam condições às quais se julga que quase todos os trabalhadores podem estar expostos, dia após dia, sem efeitos prejudiciais para a saúde.

Consideram-se duas categorias de VLE:

- **Valor- limite de exposição - média ponderada (VLE-MP)** – valor limite expresso em concentração média diária, para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, ponderada em função do tempo de exposição;
- **Valor limite de exposição – concentração máxima (VLE- CM)** - valor limite expresso por uma concentração que nunca deve ser excedida simultaneamente.

Os valores limites de exposição variam dependendo do tipo de contaminante químico em estudo. As concentrações de substâncias químicas às quais os trabalhadores estão expostos no local de trabalho são medidas com a ajuda de instrumentação adequada e é feita uma avaliação das mesmas utilizando várias metodologias.

e) Procedimento geral de ação preventiva

Na quantificação da concentração dos agentes químicos no local de trabalho devem ter-se em conta as seguintes etapas (Adaptado de (Silva, 2009)):

1. Identificar os trabalhadores, atividades e tarefas, processos de trabalho, tempos de exposição e carga física de trabalho;
2. Identificação detalhada das substâncias químicas manipuladas e locais de uso;
3. Recolha e análise das FDS;
4. Identificar as substâncias perigosas tendo em conta o seu número CE ou CAS;
5. Reunir e analisar as Fichas Toxicológicas;
6. Realizar a Análise Qualitativa; analisar os resultados obtidos;
7. Avaliação Quantitativa;
8. Comparação com os VLE;
9. Tomar a decisão acerca da necessidade de serem tomadas medidas corretivas e /ou preventivas;

10. Implementar as medidas preconizadas;
11. Avaliação da eficácia das medidas;
12. Gestão do Risco Químico.

O ponto de partida para avaliar o risco de exposição a contaminantes químicos é realizar colheitas de amostras do ambiente de trabalho. Para a colheita deve ter-se em conta o Valor Limite de Exposição (**VLE**), o estado físico do contaminante e a técnica de colheita (análise). Estes aspetos, aliados à estratégia de amostragem, em função do objetivo do estudo e da localização das colheitas, definem o tipo de instrumentação e métodos a usar.

2.5.2 Métodos de amostragem

A avaliação quantitativa faz-se por meio de aparelhagem diversa de colheita ou controlo. Para recolher e dosear as amostras de contaminantes químicos no ambiente de trabalho podem utilizar-se vários equipamentos de medição de leitura **direta** (método direto, onde a colheita e análise são feitas pelo equipamento utilizado) e **indireta** (método indireto, onde a análise é realizada posteriormente em laboratório após a colheita).

a) Métodos diretos

Os equipamentos de **leitura direta** podem ter uma monitorização contínua ou descontínua. São exemplos destes equipamentos os tubos Drager ou tubos colorimétricos.

Os tubos de deteção Drager, ou tubos colorimétricos, constituem um sistema de análise reconhecido em todo o mundo e são utilizados pelos especialistas em HST devido à sua fiabilidade e fácil utilização.

A primeira patente para um tubo Drager apareceu em 1919. Dois americanos, A.B. Lamb e C.R. Hoover impregnaram pedra-pomes com uma mistura de pentóxido de iodo e ácido sulfúrico e colocaram-na num tubo de vidro. Este foi o primeiro sensor químico de deteção de monóxido de carbono. No entanto esta medição apenas se podia fazer qualitativamente e não quantitativamente (Drager, 2006).

Em 1957 foi publicado pelo Dr. Karl Grosskopf (considerado o “pai dos tubos detetores”) o boletim informativo acerca do sistema de deteção dos gases Drager (Drager, 2006) e atualmente existem cerca de 200 tubos Drager com capacidade para medir mais de 350 gases e vapores diferentes que permitem obter um resultado quantitativo com um elevado grau de precisão e seletividade.

Estes tubos consistem num recipiente de vidro contendo uma mistura química, a qual, quando em contato com a substância em estudo sofre uma reação e muda de cor. As medições são feitas introduzindo os tubos numa bomba manual de sucção Drager accuro e comprimindo a mesma de modo a que o ar possa entrar no tubo e este mude de cor. Para cada substância em análise é necessário um número diferente de bombadas de acordo com as medidas padrão

que se encontram em cada tubo e que podem ser vistas no manual de instruções para cada caso (Drager, 2006).

A sua maior desvantagem é o facto de ter que se conhecer à priori o componente químico que se vai estudar e o facto de só poderem ser utilizados uma vez.



Figuras 2.8 e 2.9 - Bomba Drager accuro manual e bomba Drager accuro manual com tubos colorimétricos, respetivamente

Os tubos Drager podem classificar-se utilizando o seguinte critério:

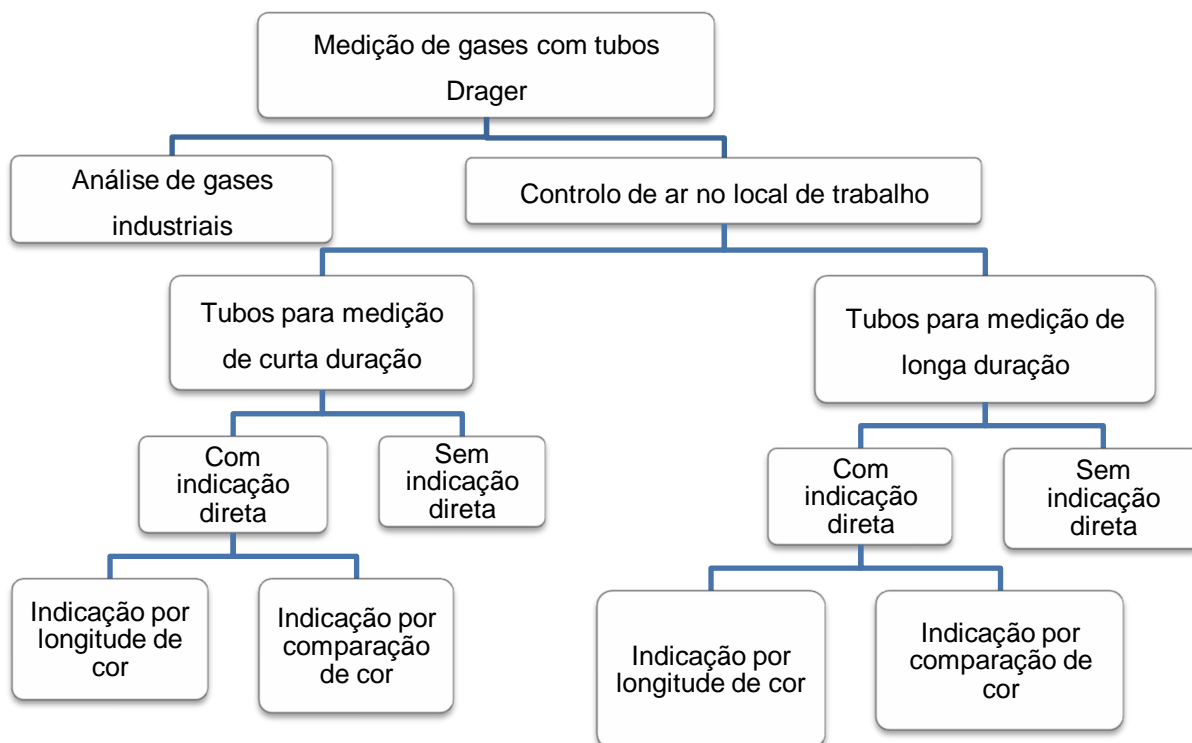


Figura 2.10- Classificação dos tubos Drager ou tubos colorimétricos (Adaptado de (Drager, 2006))

Os tubos colorimétricos de curta duração, com os quais é possível uma absorção mais rápida dos contaminantes, possibilitam uma medição de concentrações em momentos bem determinados (picos de concentração), bem como detetar fugas e analisar o ambiente em espaços fechados. Estas medições podem durar entre 10 segundos e 15 minutos dependendo do tubo utilizado, da substância em análise e da bomba de sucção (Drager, 2006).

Os tubos colorimétricos de longa duração têm uma absorção mais lenta possibilitando uma medição em contínuo, uma determinação das concentrações médias dos gases e a deteção de fugas, recorrendo a uma bomba para amostragem em contínuo e a sua duração varia entre uma e oito horas.

A maioria dos tubos com indicação direta contém uma escala graduada e a longitude que a coloração atinge é um indicador da concentração da substância analisada. Como tal, deve ser feita uma observação contínua durante a medição e uma avaliação imediatamente após a mesma. Deverá também proceder-se a uma observação da coloração do tubo antes e após a medição de modo a reconhecer a mudança de cor. Se os tubos não forem graduados a substância em análise é detetada através da comparação da cor obtida com a cor de um tubo que não sofreu qualquer alteração (efeito antes e depois) (Drager, 2006).

b) Métodos indiretos

Os equipamentos de **leitura indireta** podem ser suportes sólidos/líquidos (retêm as substâncias por absorção), filtros (retêm os contaminantes sólidos e são construídos por materiais porosos como a fibra de vidro ou celulose), bombas de colheita de ar (o caudal é regulado de acordo com o contaminante a escolher), entre outros. Após utilização destes equipamentos é necessário proceder às análises laboratoriais tendo em conta a estabilidade das substâncias a dosear, o efeito da humidade e a exatidão do método, devendo ser apontados o local da colheita, o momento em que foi efetuada, a duração da mesma e a eficiência do sistema de colheita.

A colheita deverá ser feita o mais perto possível das vias respiratórias, sendo conveniente que se realizem colheitas também no ambiente em geral, a cerca de 1,5 metros do chão e junto das fontes emissoras.

As principais desvantagens destes métodos são a dificuldade de transporte, a instabilidade das amostras e as várias contaminações que podem ocorrer (material de vidro, água, reagentes e manipulação) (Silva, 2009).

2.5.3 Ferramentas de Avaliação de Riscos Químicos

Após a recolha de amostras e dados são vários os métodos que se podem utilizar para estudar os níveis de exposição envolvendo substâncias perigosas. De seguida são apresentados alguns desses métodos/ ferramentas, bem como uma breve descrição dos mesmos.

a) Stoffenmanager (Gestor de Substâncias)

Consiste numa ferramenta de hierarquização dos riscos baseada na Web e desenvolvida inicialmente na Alemanha para as Pequenas e Médias Empresas (PME), de modo a apoiá-las na avaliação, priorização e controlo de riscos envolvendo produtos químicos (Marquart H., 2007). O desenvolvimento desta ferramenta começou com um inventário de abordagens disponíveis na Europa, como é o caso da ferramenta de avaliação de riscos COSHH ESSENCIALS (Russel RM, 1998), uma “verificação de segurança” desenvolvida pelo instituto alemão BIA (Kittel G., 1996), uma “ferramenta de apoio à decisão” em desenvolvimento na França (Vincent R., 2000) e um método para “Chemische Arbeitsstoffe” desenvolvida pelo AUVA na Áustria (AUVA, unknown).

O Stoffenmanager combina a informação das substâncias, obtida em fichas de segurança fornecidas pela empresa, com a exposição do trabalhador à inalação de poeiras e vapores inaláveis ou irritação da pele, de modo a calcular o nível de risco a que este está exposto e podendo ser utilizada para estimar as concentrações de inalação em mg/m^3 (Unie, TNO, & BECO, 2011).

O utilizador insere os dados das fichas de segurança no programa e são seguidos passos que permitem conhecer os riscos; quando os riscos são presumidos os seus efeitos e as medidas de controlo podem ser examinadas (Arbo Unie, 2007).

A estrutura geral desta ferramenta pode ser observada na figura 2.11.

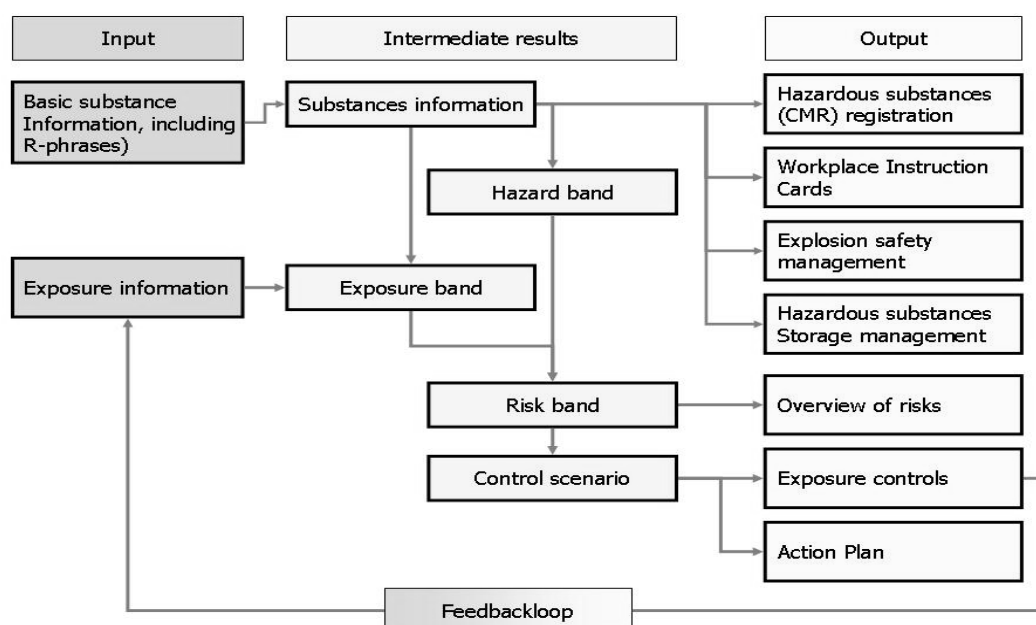


Figura 2.11- Resumo do método Stoffenmanager incluindo bandas de risco e outros elementos importantes (Arbo Unie, 2007)

Apesar de não ser uma resposta para todas as questões no que diz respeito à exposição dos trabalhadores de pequenas e médias empresas a substâncias químicas, uma vez que apenas prioriza os riscos de um modo genérico, juntamente com conselhos acerca de medidas gerais de gestão de riscos, é uma ferramenta bastante útil para a indústria, pois é fácil de utilizar e é uma ferramenta pouco dispendiosa. É semelhante ao método COSHH ESSENTIALS no que diz respeito à banda de riscos que apresenta, apesar do modelo de exposição ser diferente (Arbo Unie, 2007).

b) COSHH ESSENTIALS

A ferramenta de controlo de substâncias perigosas para a saúde (COSHH) foi desenvolvida pelo Health & Safety Executive (HSE) para que as empresas pudessem controlar as substâncias perigosas para a saúde no local de trabalho (HSE, 2002). Baseia-se essencialmente na análise dos dados disponíveis nas fichas de segurança dos produtos químicos.

Este método fornece conselhos sobre como controlar o uso de produtos químicos em várias tarefas, como por exemplo, o processo de mistura ou secagem dos mesmos. Para a maioria das tarefas o utilizador terá de seguir um determinado número de passos e responder a questões acerca das tarefas e dos produtos: processos e tarefas, químicos utilizados, quão perigosos são esses químicos, a que grupo de perigo pertencem e com que regularidade são utilizados. No final, a ferramenta dá informação acerca das medidas de proteção a implementar. As fichas guia permitem uma melhor exploração desta ferramenta uma vez que permitem ao utilizador tirar dúvidas acerca do design do equipamento, manutenção, examinação e teste, limpeza, EPI's, treino e supervisão (HSE, 2011).

c) Easy to Use Workplace Control Scheme for hazardous substances- EMKG-EXPO-TOOL

É uma ferramenta desenvolvida na Alemanha pelo Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), baseada no método de bandas e consiste em determinar os níveis de exposição de um modo bastante rápido e simples.

É válida apenas para determinar a exposição por inalação e não abrange situações especiais, como atividades onde se formam poeiras através de técnicas abrasivas, aplicações de pulverizações, gases e pesticidas. Também não se pode utilizar em operações que dão origem à produção de fumos (soldar) ou pó proveniente do corte de madeira. A ferramenta também não pode ser utilizada para CMR (substâncias cancerígenas, mutagénicas e tóxicas para reprodução) (Cronin & Madden, 2010).

d) Riskofderm Dermal Exposure Model

Trata-se de um modelo/ferramenta que permite estimar a exposição dérmica potencial, ou seja, o total de substância química em contacto com a roupa de proteção, de trabalho e pele

exposta, de modo a verificar se poderá ocorrer algum problema de saúde relacionado a esta exposição no local de trabalho e dando sugestões para implementar medidas de prevenção e controlo (R.Oppl, 2003). Foram desenvolvidas duas ferramentas essenciais para gerir a exposição cutânea e prevenir problemas de saúde: um modelo válido para estimar a exposição dérmica para uso na avaliação de risco de produtos químicos individuais e uma ferramenta de gerenciamento do risco a ser usada pelas PME (Eurofins, 2004).

O utilizador deverá recolher dados por observação direta no local de trabalho, entrevista aos trabalhadores e empregadores, fichas de segurança de substâncias perigosas e, introduzir esses dados no sistema de acordo com as perguntas feitas pela ferramenta de modo a obter os valores de exposição a que os trabalhadores estão expostos e as medidas de controlo a implementar (R.Oppl, 2003) .

e) Método PIMEX (Picture Mix Exposure)

O PIMEX, também conhecido como Video Exposure Monitoring (VEM), é um método de monitorização por vídeo que combina filmagens com medições simultâneas de diversas exposições no local utilizando instrumentos de leitura em tempo real.

Este método teve início nos anos 80, quando Gunnar Rosén e Marie Andersson pretendiam fazer medições da exposição a determinados riscos presentes no local de trabalho, mas não conseguiam relatar todos os fatores que poderiam influenciar os valores medidos.

Foi então que o National Institute for Working Life (NIWL), na Suíça, discutiu a possibilidade de ligar equipamento de vídeo a equipamento de monitorização em tempo real, ou seja, um procedimento operacional é filmado por uma câmara de vídeo e simultaneamente todas as exposições a que o trabalhador está sujeito (poeira, fumos, vapores, radiação térmica) e a informação médica (frequência cardíaca, temperatura corporal) são recolhidos através de instrumentos de leitura direta que estão ligados ao trabalhador; os dados são descarregados no computador e verificados por meio de gráficos que dão os valores que se obtiveram e os que se deveriam ter obtido, de modo a ser possível tomar medidas de prevenção e controlo caso não estejam de acordo com o estabelecido (Gunnar Rosén et al., 2005).

No início este método era utilizado apenas para exposição a substâncias químicas, mas atualmente consegue processar uma grande variedade de fatores físicos e ergonómicos (Dobernowsky, 2011). Pode ser utilizado na avaliação de riscos e medidas de controlo nos locais de trabalho e pode ser útil para dar formação aos empregadores e trabalhadores e mostrar-lhes as ligações existentes entre a exposição e as situações de trabalho (Hollander, 2009).

Por se tratar de um método dispendioso e bastante elaborado, uma vez que o sistema consiste num computador, camara de vídeo e vários equipamentos de medição, *software* sofisticado e

módulos de transferência, a sua compra só é aconselhável se for totalmente utilizado por um ou dois técnicos experientes e que conheçam o sistema.

Na figura 2.12 encontra-se o equipamento utilizado neste método e na figura 2.13 um exemplo de uma gravação com este sistema num local de trabalho.



Figura 2.12- Sistema PIMEX: 1- Instrumento de medição direta; 2- Datalogger/transdutor; 3- Camara de vídeo digital; 4- Computador; 5- Software PIMEX (Dobernowsky, 2011)

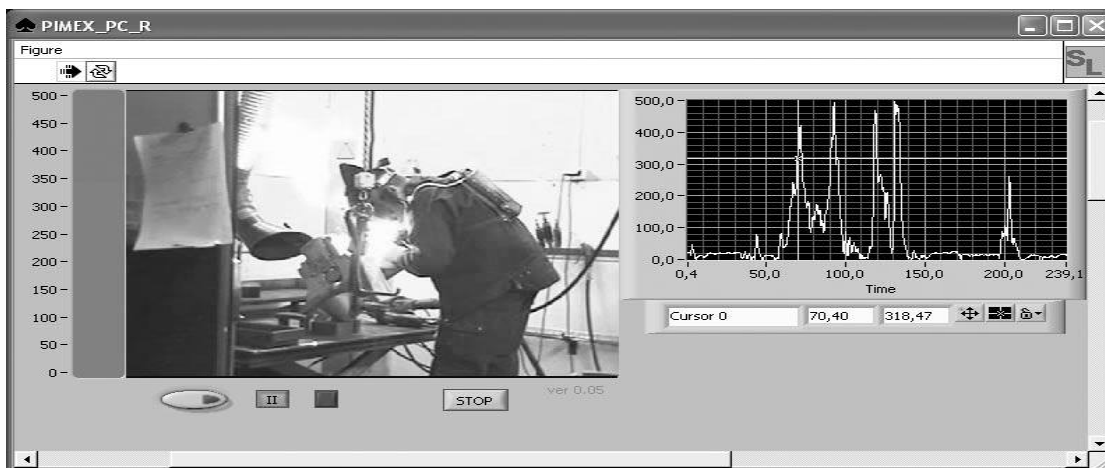


Figura 2.13- Exemplo de uma gravação PIMEX-PC. O vídeo mostra um trabalhador que carrega um instrumento de medição direta para fumos numa mochila. Há um tubo que sai da mochila e está virado para a parte do corpo de recebe os fumos por inalação. O gráfico mostra como os valores de exposição variam durante o período de duração da tarefa (Gunnar Rosén et al., 2005).

Este método tem três vantagens importantes: ao observar o material gravado é possível entender melhor os riscos a que os trabalhadores estão expostos, sendo mais fácil para os mesmos e para os empregadores ver as medidas de prevenção e controlo que se devem

implementar; os trabalhadores estão mais conscientes em relação à exposição a que estão sujeitos; o material obtido torna possível para o técnico de HST estudar detalhadamente os efeitos de melhorias introduzidas no local de trabalho (Rosén & Andersson, 2002).

Capítulo 3- Caracterização da Empresa

Este capítulo permite dar a conhecer a empresa de um modo mais aprofundado e fazer uma caracterização da mesma tendo em conta vários aspetos que possibilitaram a realização deste estudo e posteriormente a aplicação da metodologia. Como tal, é apresentada uma sucinta descrição da empresa e estrutura organizativa do grupo. São também indicadas as secções/postos de trabalho, os produtos produzidos e respetivos processos de produção bem como a análise de sinistralidade. A empresa alvo de estudo pretende manter o seu nome em sigilo, pelo que não serão feitas quaisquer referências ao nome da mesma ou ao nome dos seus funcionários e será referida como empresa “Indústria Transformadora de Polímeros”.

3.1. Reconhecimento das instalações / setores/ trabalhadores

A empresa “Indústria Transformadora de Polímeros” foi fundada no final dos anos 80, na margem sul do Tejo, tendo como principal atividade a transformação de polímeros. Iniciou a sua atividade na área dos Poliésteres Reforçados a Fibra de Vidro (PRFV) e Termoplásticos tais como o PE, PVC, PVDF e PP dirigindo-se principalmente à indústria química e alimentar. No que diz respeito aos termoplásticos, há que referir que as tubagens utilizadas não são fabricadas na empresa, provêm de fornecedores; a empresa procede à sua transformação de acordo com a norma DVS⁴ e posterior montagem no exterior.

Sendo uma pequena empresa emprega vinte e três trabalhadores, encontrando-se três deles afetos ao escritório e os restantes à fábrica e exterior da mesma. É de salientar que a maior parte dos trabalhadores realiza trabalhos de entrega e montagem de peças fora da empresa, pelo que, dependendo dos dias, se encontram normalmente entre seis a dez funcionários a exercer trabalho fabril. Funciona de segunda a sexta – feira, em regime diurno, de acordo com o horário:

- Escritório: 8h:00m – 12h:30m / 14h – 17 h
- Fábrica: 8h:00m – 12h:30m / 13h:30 m – 17 h

Encontra-se organizada em sete secções. A cada secção foi atribuído um código numérico de modo a tornar mais fácil a aplicação da metodologia a cada secção. O escritório não se encontra mencionado na lista seguinte pois não foi alvo de estudo.

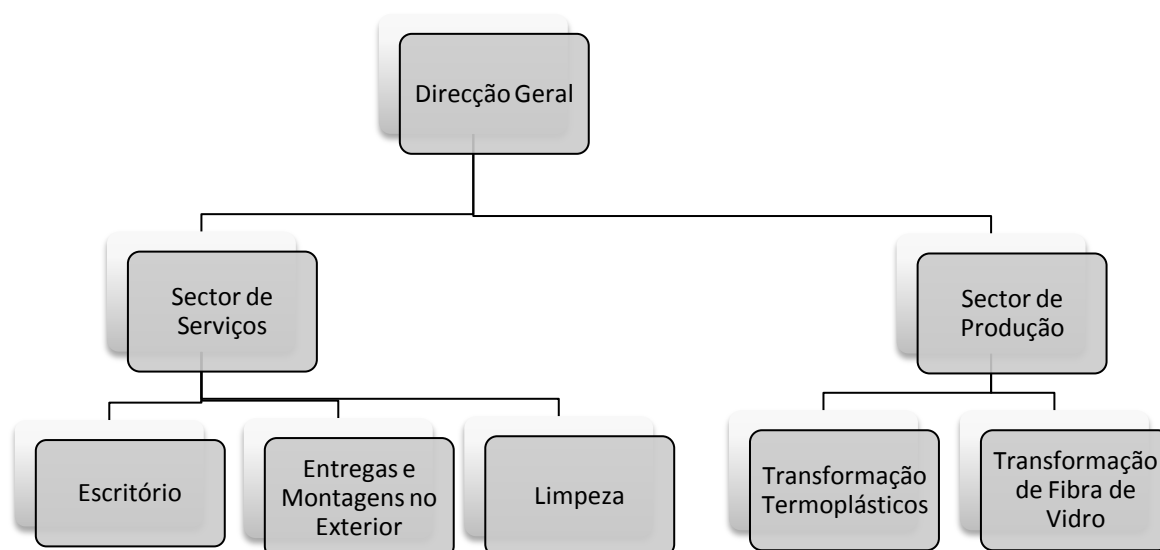
⁴ A empresa fundamenta os seus processos de aplicação à soldadura com base nas normas emitidas pelo instituto DVS- “Deutscher Verband für Schweißen und Verwandte Verfahren”. DVS 2207-1 (PE); DVS 2207-11 (PP); DVS 2207-15 (PVDF); DVS 2207-55 (PVC).

Tabela 3.1 - Secções e respetivos códigos

Código	Secção
1	Secção de PRFV
2	Secção das chapas
3	Transformação de termoplásticos
4	Serralharia
5	Parque de armazenagem de tubagens e produtos acabados
6	Armazém de catalisadores
7	Armazém de aceleradores

Estrutura Organizativa

A estrutura organizacional da empresa é bastante simples, sendo composta pela Direcção Geral, Sector de Produção e Sector de Serviços, encontrando-se os dois últimos ao mesmo nível hierárquico.

**Figura 3.1** - Estrutura organizativa da empresa**3.2 Identificação dos Postos de Trabalho**

Após o reconhecimento das instalações procedeu-se à identificação dos diferentes postos de trabalho associados a cada setor. A cada secção irá corresponder um código e a respetiva designação de tarefa desempenhada no mesmo, como se pode ver na tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Código e designação dos postos de trabalho

Código Secção	Código posto de trabalho	Designação do posto de trabalho
1	1.a	Fabricação de moldes (enchimento do molde, desmoldagem)
	1.b	Acabamento de moldes (Polir e retificar peças)
2	2.a	Corte de chapas onduladas
	2.b	Acabamento de Chapas (polir e retificar peças)
3	3.a	Corte Chapas de Termoplásticos
	3.b	Polir peças
	3.c	Soldar peças a quente
4	4.a	Corte de tubos e peças pequenas
	4.b	Extrusão ⁵
5	5.a	Armazenagem de tubagens e carregamento para os camiões
	5.b	Armazenagem de produtos acabados e carregamento para os camiões
6	6.a	Armazenagem de catalisadores
7	7.a	Armazenagem de aceleradores

3.3 Identificação dos produtos produzidos

A empresa tem como principais atividades a produção de poliésteres reforçados com fibra de vidro e a transformação, acabamento e montagem de termoplásticos.

Fibra de Vidro

As peças produzidas e reforçadas a fibra de vidro são: depósitos de água ou de produtos químicos, chaminés de lavagem de gases, reservatórios em fibra de vidro, bases de chuveiros, peças técnicas para a indústria, chaminés de lavagem de gases, revestimentos PRFV em betão, chapas onduladas de vários ondulos e cores, peças decorativas de resina e fibra de vidro e caixas de esgoto. A produção destas peças é realizada nas secções 1 e 2 e o seu transporte é feito em camiões especialmente equipados para estes produtos. As figuras seguintes mostram algumas das peças produzidas na empresa.

⁵ Processo de transformação de polímeros. O processo usa um equipamento denominado extrusora, que é constituído por um cilindro aquecido dentro do qual gira uma rosca. O material é forçado através de uma matriz e adquire a forma pré determinada que se pretende. Utilizada para transformar os tubos retos em diferentes formas.



Figura 3.2 - Depósitos de água

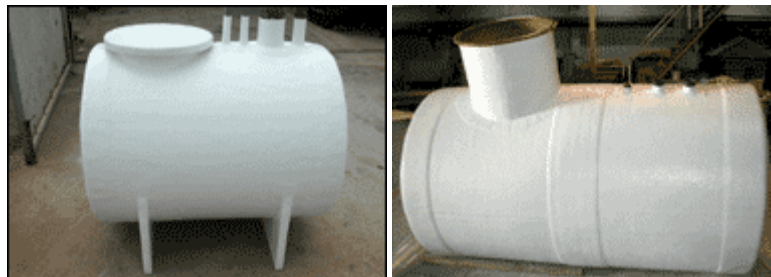


Figura 3.3 - Reservatórios em fibra de vidro



Figura 3.4- Caixas de Esgoto

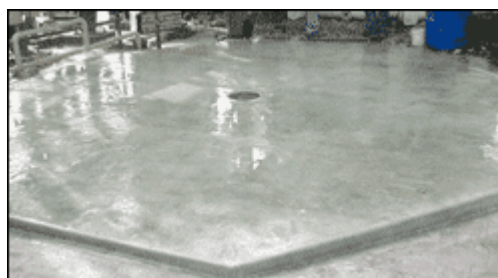


Figura 3.5 – Revestimento PRFV em betão



Figura 3.6 – Chapas onduladas

Termoplásticos

Nesta área, a empresa procede à transformação de termoplásticos fabricando tanques de plástico - PE, PP, PVC e PVDF e peças técnicas para variadas aplicações, tais como depósitos verticais para armazenagem de produtos líquidos ou diluídos. As tubagens, tal como referido anteriormente, não são produzidas na empresa, provêm de fornecedores. Posteriormente, a empresa procede ao seu acabamento e constrói ou instala (sob projeto ou estudo no local) os sistemas de tubagens para condução de fluídos químicos em PEAD, PP, PVC e PVDF. Apresentam-se, nas figuras seguintes, alguns exemplos destas peças.



Figura 3.7 – Tanques em plástico



Figura 3.8 – Tubagens Industriais

3.4 Processo Produtivo

De modo a fabricar os produtos apresentados no ponto anterior do documento é necessária a utilização de vários equipamentos, tais como moldes, retificadoras, máquinas de corte, berbequins de polir peças, máquinas de soldar a quente e extrusora.

Peças revestidas a fibra de vidro

Preparação do molde – Esta fase tem início com a limpeza do molde e sua posterior lubrificação com desmoldante⁶. Este é espalhado manualmente e polido antes da evaporação dos solventes, sendo este polimento feito para aumentar o brilho. São aplicadas várias demãos de desmoldante, sempre polindo a anterior antes de aplicar a seguinte.

- **Enchimento** - Em seguida, o gelcoat⁷ é ativado, juntando-se o acelerador de cobalto⁸ e posteriormente o catalisador⁹. Procede-se ao enchimento do molde com gelcoat seguido da resina devidamente acelerada e catalisada e finalmente a manta de fibra de vidro, a qual é previamente cortada antes de ser inserida no molde. Após o enchimento e respetivo tempo de secagem, que varia consoante o tamanho da peça e o local de secagem, a peça é laminada e deixada no molde até esfriar.

⁶ Usado para impedir que a peça cole ao molde quando se for retirar.

⁷ Mistura de resina poliéster e cargas minerais; corresponde à camada exterior da fibra de vidro. Serve para dar acabamento liso e brilhante às peças, proteger a superfície das mesmas contra a ação do meio ambiente e como base para pintura nas peças que necessitem de ser pintadas.

⁸ Difícil de misturar à resina, como tal deve ser adicionado antes desta a uma grande quantidade de gelcoat.

⁹ Butanox M-50

- **Desmoldagem** – A peça é retirada inserindo cunhas de madeira entre o molde e a mesma.
- **Acabamento** – Algumas peças podem necessitar de passar pela retificadora.
- **Armazenagem** – Após a secagem final procede-se ao armazenamento das peças no parque respetivo, para posterior expedição do produto.

Termoplásticos

Na transformação de chapas de termoplásticos é utilizada uma máquina de soldadura topo a topo que serve para estender a chapa e fazer o anel ou o depósito. Posteriormente, as peças transformadas seguem para a secção de corte e acabamento, onde são cortadas à medida, polidas, retificadas e soldadas conforme o pedido dos clientes.

As peças pequenas e tubos são cortados e colocados na extrusora de modo a obter formas diferentes para que sejam montados no exterior.

3.5 Identificação de equipamentos usados e produtos perigosos

A identificação do equipamento utilizado foi realizada por observação direta e diálogo com supervisores e operadores de cada secção. Em relação às substâncias perigosas foram disponibilizadas pela empresa as fichas de segurança das mesmas (anexo II), com respetiva informação e frases de risco de acordo com a legislação. Os dados referentes ao equipamento e substâncias perigosas encontram-se na tabela 3.3 e 3.4.

Tabela 3.3 – Identificação do equipamento utilizado em cada secção

Código	Designação do posto	Máquinas / Ferramentas
1.b	Acabamento de moldes (Polir e retificar peças)	Rebarbadora e retificadora pequena
2.a	Corte de chapas onduladas	Máquina perfiladeira de chapa ondulada
2.b	Acabamento de Chapas onduladas (polir e retificar peças)	Rebarbadora e retificadora
3.a	Corte Chapas de Termoplásticos	Máquina de corte de chapas de termoplásticos
3.b	Polir	Rebarbadora
3.c	Soldar peças a quente	Máquina de soldar a quente
4.b	Extrusão	Extrusora

Tabela 3.4 – Identificação de substâncias perigosas

Designação	Fabricante	Descrição	Agentes químicos perigosos	Código CAS	Código EINECS
Aropol FS 6902	Ashland	Resina de poliéster dissolvida em estireno	Estireno	100-42-5	202-851-5
Aropol FS 6944	Matexplás	Resina de poliéster dissolvida em estireno	Estireno	100-42-5	202-851-5
Butanox M-50	AkzoNobel	Produto químico para endurecer a resina (Catalisador)	Dimetilftalato	000131-11-3	205-011-6
			Peróxido de metil etil cetona	001338-23-4	215-661-2
			Metil etil cetona	000078-93-3	201-159-0
Gel Coat Trincha	PROQUIPLAS	Protege as camadas de fibra de vidro, serve de acabamento para moldes	Estireno	100-42-5	202-851-5
Oldopal-Ind-Topcoat-H Weib	Bufa Gelcoat Plus	Formulações de matéria-prima para fabrico de peças moldadas em resinas de poliéster e/ou de vinil insaturadas	Estireno	100-42-5	202-851-5
			Xileno	1330-20-7	215-535-7
			Mistura de hidrocarbonetos	64742-95-6	265-199-0
E-glass	MatexPlás	Fibras de vidro (tipo E-filamento contínuo) consistindo principalmente em alumínio, óxido de silicone, boro e cálcio fundido em estado vítreo amorfo	Não contém na sua composição agentes químicos perigosos		65997-17-3
Acelerador Co 1% (ver pra q serve)	PROQUIPLAS	Acelerador que se adiciona à resina	Tolueno	108-88-3	203-625-9

3.6 Análise da sinistralidade

Quando se fala em Segurança e Saúde no Trabalho (SST) não se pretende apenas fazer um somatório de medidas isoladas de carácter organizativo e técnico relativamente aos riscos existentes. Deve haver uma gestão, por parte da empresa, destinada a realizar a prevenção dos possíveis acidentes de trabalho e doenças profissionais.

A análise da sinistralidade ocorrida num determinado período de tempo serve de input para analisar as causas de acidentes de trabalho de uma determinada empresa, pelo que existem vários índices estatísticos que se podem calcular de acordo com a informação disponibilizada pela mesma (Moreira, 2008).

- **Índice de Frequência (I_f)** – é dado pelo número de acidentes com baixa por milhão de horas homem trabalhadas, sendo que o número total de horas homem trabalhadas diz respeito à soma de todas as horas efetivamente trabalhadas pela totalidade de trabalhadores da empresa. Neste valor devem estar incluídas horas extraordinárias e excluídas as horas remuneradas mas não trabalhadas (férias, doença, etc.).

$$I_f = \frac{N^{\circ} \text{ de acidentes com baixa} \times 10^6}{N^{\circ} \text{ total de Horas Homem trabalhadas}} \quad (Eq. 13)$$

- **Índice de Incidência (I_i)** – representa o nº de acidentes com baixa por cada 1000 trabalhadores (em média).

$$I_i = \frac{N^{\circ} \text{ de acidentes com baixa} \times 10^3}{N^{\circ} \text{ médio de trabalhadores}} \quad (Eq. 14)$$

- **Índice de Gravidade (I_g)** – representa o número de dias úteis perdidos por mil horas homens trabalhadas.

$$I_g = \frac{N^{\circ} \text{ de dias perdidos} \times 10^3}{N^{\circ} \text{ total de horas homem trabalhadas}} \quad (Eq. 15)$$

- **Índice de Avaliação de Gravidade (I_{ag})** – tem a ver com o número de dias perdidos (em média) por acidente de trabalho.

$$I_{ag} = \frac{N^{\circ} \text{ de dias perdidos}}{N^{\circ} \text{ de acidentes com baixa}} \quad (Eq. 16)$$

Sendo que o número de **Horas - Homem Trabalhadas (HHT)** é calculado pela soma de todas as horas efetivamente trabalhadas por todos os empregados do estabelecimento:

$$HHT = N^{\circ} \text{ de empregados} \times \frac{44 \text{ h semanais}}{6 \text{ dias da semana}} \times N^{\circ} \text{ de dias úteis trabalhados} \times \frac{11}{12}$$

(Eq.17)

A Indústria Transformadora, devido às suas especificações, é o setor onde o risco de ocorrência de acidentes de trabalho é mais elevado sendo, no entanto, o setor da Construção aquele onde ocorre maior número de acidentes de trabalho mortais, o que leva à necessidade de se tomarem medidas que contrariem as estatísticas.

Um acidente de trabalho é aquele que se verifica no local e no tempo de trabalho e produz, direta ou indiretamente, lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte (Lei nº 98/2009 de 4 de Setembro).

De acordo com o Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) do Ministério do Trabalho e da Segurança Social (MTSS), ocorreram em Portugal, em 2009, 58 235 acidentes de trabalho no setor da Indústria Transformadora, dos quais 29 foram mortais, o que corresponde a um total de 42 732 dias de trabalho perdidos (GEP, 2009).

As tabelas 3.5, 3.6 e 3.7 referem-se, respetivamente, aos acidentes de trabalho mortais, não mortais e ao número de dias de trabalho perdidos, ocorridos em Portugal em todos os setores de atividade e no setor da Indústria Transformadora desde 2001 até 2009.

Tabela 3.5 – Total de acidentes de trabalho mortais ocorridos em Portugal por atividade económica (GEP 2008, 2009)

Setores	Ano								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Todos os setores	365	357	312	306	300	253	276	231	217
Indústrias Transformadoras	59	75	52	55	56	43	49	27	29

Tabela 3.6- Total de acidentes de trabalho não mortais ocorridos em Portugal por atividade económica

Setores	Ano								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Todos os setores	244 571	247 740	236 910	233 803	228 584	237 139	237 133	239 787	217 176
Indústrias Transformadoras	92 012	89 485	82 485	75 740	74 537	74 655	77 374	76 157	58 206

Tabela 3.7 – Número de dias de trabalho perdidos de acordo com a atividade económica (acidentes não mortais) (GEP 2008, 2009)

Setores	Ano								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Todos os setores	7.738.981	7.624.893	6.304.316	6.730.952	6.811.505	7.082.066	7.068.416	7.156.003	6.643.227
Indústrias Transformadoras	6.621.306	2.401.155	1.960.528	1.936.211	1.964.579	2.027.332	2.087.168	2.107.829	1.573.147

Em 2009, comparativamente com 2001, houve um registo de menos 148 acidentes de trabalho, o que se deveu a um menor número de horas-homem trabalhadas.

A tabela 3.8 refere-se aos indicadores de maior relevância no ano de 2009, para o setor da Indústria Transformadora.

Tabela 3.8 – Indicadores de maior relevância no ano de 2009, em Portugal, para o setor da Indústria Transformadora (GEP, 2008)

Indicadores de relevância		2009
Acidentes de trabalho	Homens	46 586
	Mulheres	11 649
	Total	58 235
Acidentes de trabalho mortais	Homens	27
	Mulheres	2
	Total	29
Acidentes de trabalho não mortais	Homens	46 559
	Mulheres	11 647
	Total	58 206
Nº de dias de trabalho perdidos		42 732
Tipo de local		Zona Industrial
Atividade física específica: Trabalho com ferramentas de mão		Trabalho com ferramenta de mão
Desvio		Perda de controlo da máquina, meio de transporte, equipamento manuseado, ferramenta manual, objeto ou animal
Agente material (desvio)		Materiais, objetos, produtos, componentes de maquinaria, estilhaços ou poeiras
Contato (1)		Constrangimento físico do corpo, constrangimento psíquico
Contato (2)		Esmagamento vertical/ horizontal sobre/ contra um objeto imóvel
Agente material (contato)		Materiais, objetos, produtos, componentes de maquinaria, estilhaços ou poeiras

3.6.1 Sinistralidade na Empresa

A sinistralidade na empresa foi caracterizada tendo em conta a determinação dos indicadores de sinistralidade disponíveis nas participações de acidentes de trabalho e a caracterização dos acidentes de trabalho de acordo com os critérios da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e as Estatísticas Europeias de Acidentes de Trabalho (EEAT), tendo sido utilizadas as seguintes informações:

- **Informação disponibilizada pela empresa** – Foi feita uma análise dos dados contidos nas participações de acidentes de trabalho à empresa seguradora ocorridos entre 2006 e 2011, na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros”. No anexo IV encontra-se um exemplar de uma ficha de participação de acidente de trabalho.
- **Informação existente no relatório de acidentes de trabalho do Ministério do Trabalho e Solidariedade Social (MTSS) de 2001 a 2009** - O código CAE atribuído à empresa é o que corresponde à secção C - Indústrias Transformadoras (INE, 2012) e a subsecção em que se insere é C.32- Outras indústrias transformadoras (GEP, 2012). Numa fase posterior os dados recolhidos são comparados com os dados que constam no relatório de acidentes de trabalho do MTSS para Portugal- Homens e Mulheres.

Foram analisados 15 boletins de participação de acidentes de trabalho tendo em conta que, de acordo com as informações recolhidas na empresa, todos os acidentes de trabalho foram participados à entidade seguradora, pelo que é possível considerar que o número de acidentes de trabalho é igual ao número de boletins analisados.

Os dados de maior relevância para o estudo da sinistralidade na empresa encontram-se na tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Dados de maior relevância para o estudo da sinistralidade no período 2006- 2011

Indicadores de sinistralidade	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de trabalhadores da empresa	26	25	26	23	25	23
Participações entregues à seguradora	1	1	2	6	4	1
Nº acidentes mortais	0	0	0	0	0	0
Nº acidentes não mortais	1	1	2	6	4	1
Nº acidentes com baixa superior a 3 dias	1	1	2	5	4	0
Nº de dias perdidos	15	15	35	26	20	0
Nº de horas-homem trabalhadas	64 350	61 875	64 350	59 925	61 875	59 925

De acordo com os dados da tabela 3.9 e as fórmulas apresentadas anteriormente, foi possível determinar os valores dos índices estatísticos para a caracterização da sinistralidade. O cálculo destes indicadores foi efetuado para o conjunto dos acidentes que ocorreram na empresa no período de 2006 a 2011 e os resultados são apresentados na tabela 3.10.

Tabela 3.10 – Índices estatísticos para o período de 2006 a 2011

Índices Estatísticos	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Índice de frequência (I_f)	15,5	16,2	31,1	83,4	64,6	0
Índice de incidência (I_i)	38,5	40	76,9	217,4	160	0
Índice de gravidade (I_g)	0,23	0,24	0,54	0,43	0,32	0
Índice de avaliação da gravidade (I_{ag})	15	15	17,5	5,2	5	0

O índice de avaliação da gravidade permite estabelecer prioridades relativamente às medidas de controlo a aplicar por setor funcional. Houve um aumento significativo do índice de frequência nos anos de 2009 e 2010, manifestando um aumento visível no número de acidentes de trabalho com perda de dias de trabalho. Segundo o critério da OIT é possível atribuir um critério de quantificação dos índices de frequência, como se pode verificar na tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Critérios da OIT

Nível	Índice de frequência (I_f)
<20	Muito Bom
20-50	Bom
50-80	Médio
>80	Mau

Com base na tabela 3.10 e nos critérios definidos pela OIT, é possível tirar algumas conclusões acerca dos valores dos índices de frequência para a empresa.

- Nos anos 2006 e 2007, o I_f é menor que 20, como tal considera-se Muito Bom;
- Em 2008, o I_f é Bom;
- 2009 foi o ano em que ocorreram mais acidentes com baixa, o I_f foi Mau;
- Para 2010 foi obtido um I_f Médio.

De acordo com a EEAT, existem dois tipos principais de indicadores de acidentes de trabalho: o número de acidentes e a taxa de incidência, sendo a última definida como o número de acidentes de trabalho por 100 000 trabalhadores.

$$\text{Taxa de incidência} = \frac{\text{Número de acidentes (mortais ou não mortais)}}{\text{Número total de trabalhadores}} \times 100\,000$$

(Eq. 18)

A taxa de incidência para a empresa no período de 2006 a 2011 é apresentada na tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Taxa de incidência para os acidentes ocorridos na empresa no período de 2006 a 2011

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Taxa de Incidência	3846,1	4000	7692,3	26086,9	16000	4347,8

Foram também tratadas estatisticamente algumas das variáveis mencionadas na metodologia EEAT para o período de 2006 a 2011 com base nas fichas de participação de trabalho à seguradora. Estas variáveis encontram-se descritas abaixo.

Hora do acidente

De acordo com as participações analisadas, as horas do dia que apresentam maior ocorrência de acidentes de trabalho são as que estão compreendidas nos intervalos [10h00;11h00] e [15h00;16h00].

Caracterização do acidente

Os dados fornecidos pela empresa permitiram aferir que a maior incidência de acidentes de trabalho no período referido ocorreu com trabalhadores de nacionalidade portuguesa, do sexo masculino, com contrato de trabalho por conta de outrem e com idades compreendidas entre os 43 e os 60 anos, não se verificando acidentes para trabalhadores com idades até aos 25 anos.

Na empresa analisada é na profissão “especialistas em fibra de vidro” que se verifica uma maior ocorrência de acidentes de trabalho devido à utilização da retificadora.

De acordo com as estatísticas do MTSS, são os grupos dos trabalhadores do sexo masculino, com a profissão “Operários, artífices ou similares” e na faixa etária entre os 35 e 44 anos que apresentam maior sinistralidade (GEP, 2008).

Causas e circunstâncias dos acidentes

Neste ponto foram analisadas, através das participações de acidentes de trabalho fornecidas pela empresa, a atividade física específica no momento em que ocorreu o acidente, o desvio,

ou seja, o que correu mal no momento do acidente, o agente material de desvio, o contato, o agente material de contato, a parte do corpo atingida e o tipo de lesão (consequências físicas para o sinistrado). Estas variáveis são representadas na tabela 3.13.

Tabela 3.13 – Causas e circunstâncias dos acidentes ocorridos na empresa no período de 2006 a 2011

Ano	Nº de acidentes com baixa	Atividade física específica	Desvio	Agente material (desvio)	Contato/Agente material de contato	Parte do corpo atingida	Tipo de lesão
2006	1	Corte de laminado em fibra de vidro	Perda de controlo do equipamento manuseado	Retificadora	Constrangimento físico do corpo/retificadora	Pulso direito	Corte no pulso direito
2007	1	Corte de laminado em fibra de vidro	Perda de controlo do equipamento manuseado	Retificadora	Constrangimento físico do corpo/retificadora	Lábio superior	Ferida no lábio superior
2008	2	Enchimento de moldes utilizando resina	Inalação de gases (estireno)	Estireno	Constrangimento físico causado pela inalação de gases	Sistema respiratório	Náuseas e má disposição
		Corte de laminado em fibra de vidro	Perda de controlo do equipamento manuseado	Retificadora	Constrangimento físico e psíquico/retificadora	Pulso esquerdo	Corte grave no pulso esquerdo
2009	5	Corte de depósito em fibra de vidro	Manuseamento inadequado do equipamento	Retificadora	Constrangimento físico/retificadora	Braço e costas	Distensão do músculo do braço e dor costas
		Transporte manual de chapa de termoplástico	Manuseamento inadequado ao pousar o material	Chapa de termoplástico	Constrangimento físico/chapa termoplástico	Costas	Distensão muscular
		Arrumação de armazém tubagens	Escorregamento em tubo e queda	Tubagem de PVC	Constrangimento físico/tubagem	Perna	Concussão no joelho
		Carregamento manual de material para empilhadora	Manuseamento inadequado da carga	Caixa com material	Constrangimento físico/caixa	Coluna	Lombalgia

		Tirar medidas a tubagens	Movimentação inadequada ao levantar	Tubagens de PEAD	Constrangimento físico/tubagem	Coluna	Lombalgia
2010	4	Carregamento manual de depósito em PEAD	Manuseamento inadequado do material	Depósito de PEAD	Constrangimento físico/depósito	Ombro	Deslocação ombro
		Trabalho em andaime (exterior edifício)	Queda por escorregamento ao subir a andaime	Tubagens	Constrangimento físico/tubagens	Costas	Mau jeito nas costas
		Carregamento manual de depósito em PE	Manuseamento inadequado do material	Depósito de PE	Constrangimento físico/depósito	Omoplata	Esforço
		Montagem de tubagem (subsolo)	Escorregamento da tubagem	Tubagens	Constrangimento físico/tubagens	Não especificada	Tubagem caiu em cima do funcionário

Segundo o relatório do MTSS, para as indústrias transformadoras no período em análise, os acidentes de trabalho segundo a atividade específica apresentam maior incidência no trabalho com ferramentas de mão, campo onde se insere a retificadora. Em relação ao desvio, é o correspondente à perda de controlo da máquina, mecanismos de transporte, equipamento manuseado, ferramenta manual, objeto, animal o mais significativo, seguindo-se o movimento do corpo sujeito a constrangimento físico e o escorregamento ou queda da pessoa (GEP, 2009).

No que diz respeito às lesões sofridas, na empresa em análise são os cortes e as distensões musculares que se destacam; as partes do corpo mais atingidas são os membros superiores e o tronco verificando-se que estes valores estão em consonância com os obtidos nos dados do MTSS (GEP, 2008).

Acidente característico da empresa

No período em análise, o acidente “característico” da empresa é descrito como o de um colaborador do sexo masculino, na faixa etária dos 55-64 anos, com nacionalidade Portuguesa e não especialista na tarefa que desempenhava (corte com retificadora). O acidente deu-se no ano de 2008, no período de trabalho entre as 15h e as 16h e a parte atingida foi o pulso esquerdo provocando incapacidade temporária / absoluta.

Capítulo 4- Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para a realização do trabalho.

Com base nos dados recolhidos através das participações de acidentes de trabalho disponibilizadas pela empresa relativas ao período de 2006 a 2010, das visitas feitas à empresa no período em que decorreu o estágio curricular, da informação obtida através do diálogo com trabalhadores e responsáveis pela empresa, e das fichas de dados de segurança dos produtos químicos utilizados, foi possível identificar os perigos que podem dar origem a acidentes de trabalho e doenças profissionais na empresa e proposta a realização de uma Análise e Avaliação de Riscos para acidentes de trabalho e doenças profissionais na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros”.

Procedeu-se à recolha de dados para os perigos considerados mais significativos na empresa e que foram alvo de estudo nesta dissertação.

Para que esta recolha fosse possível foram utilizados equipamentos de medição direta, para medição dos níveis de ruído e de contaminantes químicos a que os trabalhadores estão expostos e uma *checklist*, baseada no Decreto-lei nº 330/1993 de 25 de Setembro (anexo IV) que permitiu analisar o manuseamento manual de cargas. Foi também utilizado o método do NIOSH para avaliar os riscos associados ao manuseamento manual de cargas.

Foram também analisados os riscos para acidentes de trabalho causados por contacto com equipamentos perigosos que possam provocar lesões através do método de William T.Fine (WTF).

A figura 4.1 apresenta a metodologia utilizada nesta dissertação.

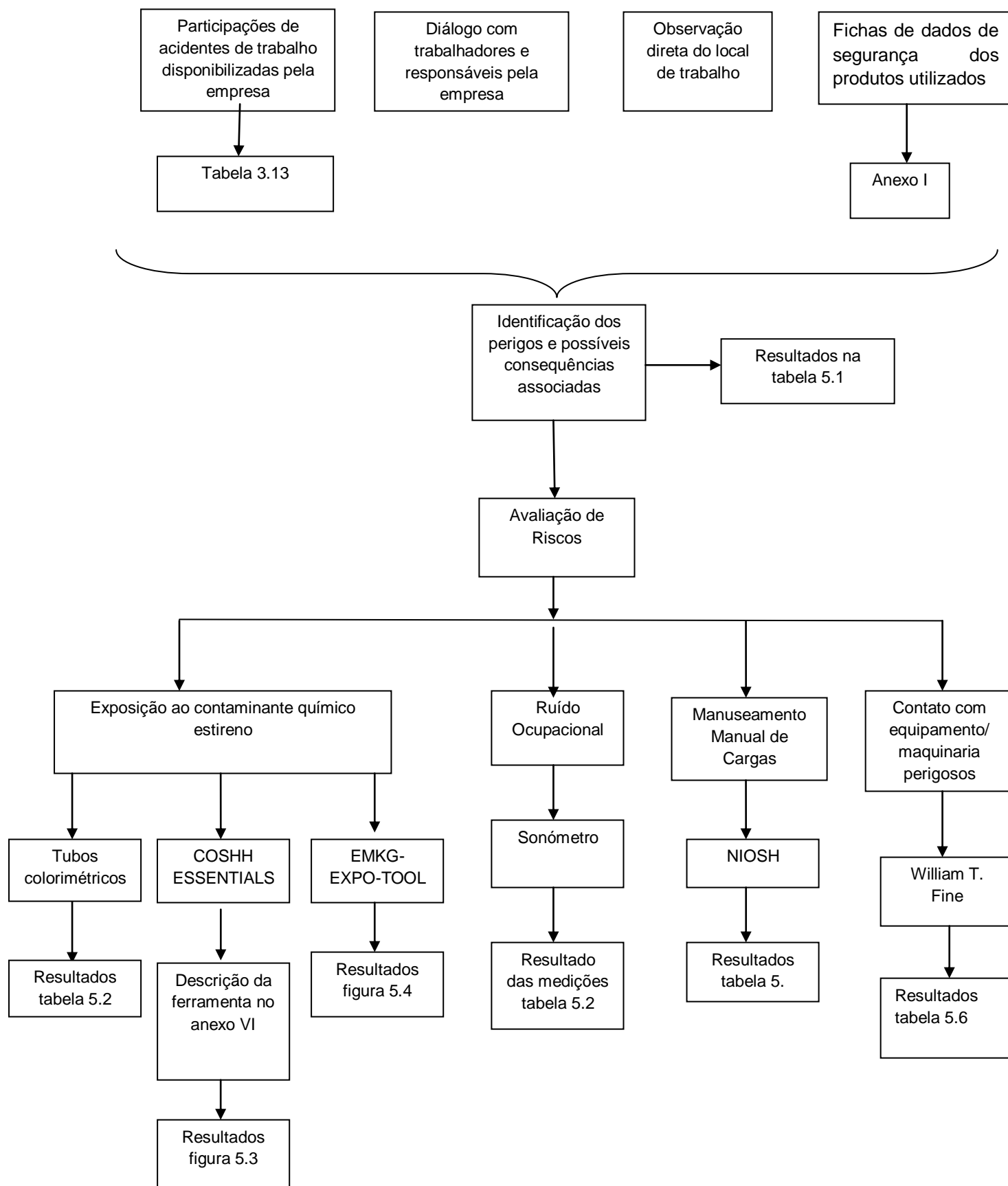


Figura 4.1 – Metodologia

De seguida são descritos os equipamentos utilizados para a recolha de dados.

4.1 Equipamento de medição utilizado na recolha de dados

4.1.1 Sonómetro

Foi utilizado um Sonómetro Digital Center 322 calibrado com calibrador de nível Center 326 no dia 5 de Dezembro de 2011.

Com a utilização deste equipamento procurou minimizar-se a subjetividade associada à avaliação do parâmetro ambiental- Ruído.

4.1.2 Tubos Colorimétricos

Utilizaram-se tubos detetores/ colorimétricos da Drager e respetiva bomba de sucção, Bomba Drager accuro modelo 21/31 (medições de curta duração), para medir a exposição dos trabalhadores ao contaminante químico estireno, uma vez que é aquele que apresenta maior perigo e com o qual os trabalhadores estão em contato diariamente.

Os tubos utilizados foram os correspondentes ao Estireno 10/b (referência 67 33 141) e Estireno 50/a (referência CH 27 601). Estes tubos diferem na reação que se dá nos mesmos quando há contacto com o estireno, no seu intervalo de medida standard e no modo como se obtêm os resultados.

Nos tubos de estireno 10/b, graduados, o valor é lido pela escala e longitude que a coloração atinge. Para os tubos de estireno 50/a, uma vez que não são graduados, a substância em análise, neste caso o estireno, é detetada através da comparação da cor obtida com a cor de um tubo que não sofreu qualquer alteração (efeito antes e depois).

Cada tubo é colocado no respetivo local da bomba e esta é apertada manualmente até haver o efeito de sucção do ar e mudança de cor, sinal de que ocorreu reação química e existe contaminante no ar.

Na tabela 4.1 encontram-se as características de cada tipo de tubo utilizado.

Tabela 4.1 - Tubos Drager/ colorimétricos utilizados e respetivas características

Características	Estireno 10/b	Estireno 50/a
Intervalo de medida standard	10 a 250 ppm	50 a 400 ppm
Nº de bombadas (n)	20	2 a 11
Duração medição	Máximo 3 min	Aproximadamente 2 min
Desvio	±15 a 20%	±15 a 20%
Mudança de cor	Branco para cor-de-rosa	Branco para amarelo
Princípio reativo	$C_6H_5-CH=CH_2+HCHO$	$C_6H_5-CH=CH_2+H_2SO_4$

4.2 Avaliação de riscos na empresa

Nesta fase procedeu-se à utilização de diversos métodos de avaliação de riscos para acidentes de trabalho e doenças profissionais.

4.2.1 Riscos associados ao ruído

A avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pelo ruído na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros” foi realizada através de medições quantitativas utilizando um sonómetro.

O ruído medido deve ser representativo da atividade desenvolvida em cada posto de trabalho analisado, segundo as indicações expressas no Decreto – Lei nº 182/2006 de 6 de Setembro. Os resultados das medições efetuadas encontram-se no anexo V.

4.2.2 Riscos associados à Exposição ao contaminante químico estireno

As medições da exposição dos trabalhadores ao contaminante químico estireno foram efetuadas durante um período de tempo representativo da atividade desenvolvida em cada posto de trabalho analisado tendo em conta as características do equipamento utilizado. Foram utilizados aparelhos de medição direta, tubos colorimétricos, que permitiram uma análise quantitativa e imediata dos valores de estireno a que os trabalhadores se encontram expostos. Os resultados das medições feitas com os tubos colorimétricos são apresentados na tabela 5.2.

Foram feitas cinco medições utilizando os tubos 50/a e duas medições utilizando os tubos 10/b e foi registado o aspeto que os tubos utilizados tinham antes e após as medições.

Também foram utilizadas as ferramentas COSHH ESSENTIALS e EMKG-EXPO-TOOL para avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pelo contaminante químico estireno. Estas ferramentas permitiram uma análise qualitativa dos riscos, baseando-se nas fichas de dados de segurança fornecidas pela empresa.

As fichas de dados de segurança do contaminante analisado foram introduzidos no sistema e vários passos foram seguidos até se obter a avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao mesmo. Os passos seguidos utilizando a ferramenta COSHH ESSENTIALS para obtenção de uma avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao contaminante químico estireno encontram-se no anexo VI.

Na ferramenta EMKG-EXPO-TOOL os dados das fichas de dados de segurança do contaminante a analisar são introduzidos numa folha de dados em excel e várias etapas foram seguidas até se chegar à avaliação de riscos. Os passos seguidos na utilização desta ferramenta encontram-se no anexo VII.

4.2.3 Riscos associados ao Manuseamento Manual de Cargas

Para avaliar a movimentação manual de cargas foi realizada uma *checklist* (anexo IV), baseada no Decreto- Lei nº 330/1993 de 25 de Setembro, que permitiu fazer uma análise qualitativa dos diferentes postos de trabalho e uma identificação dos possíveis riscos.

Foram medidos vários parâmetros que permitiram, posteriormente, para avaliar o nível de risco de acidentes de trabalho causados pela MMC, a utilização do método quantitativo do NIOSH. Os resultados obtidos através deste método encontram-se na tabela 5.5.

4.2.4 Riscos associados ao contato com equipamento/ maquinaria

Neste caso foram recolhidos dados através das participações de acidentes de trabalho disponibilizadas pela empresa e por observação direta dos postos de trabalho. Utilizou-se também o método de William T. Fine para obtenção de uma avaliação quantitativa de riscos para acidentes de trabalho causados por contacto com equipamento/ maquinaria.

Os dados obtidos através deste método encontram-se na tabela 5.6.

Capítulo 5-Apresentação e Discussão dos Resultados

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos através das medições diretas realizadas na empresa “Indústria transformadora de Polímeros”. Os valores obtidos vão ser comparados com os presentes na legislação, para os casos onde há legislação aplicável.

5.1 Medição do ruído

A tabela 5.1 apresenta as leituras de ruído para cada posto de trabalho analisado.

Tabela 5.1- Leituras do ruído e respetivo valor $L_{EX,8h}$ dB (A) para cada posto de trabalho analisado, 28 de Novembro de 2011

Cód. Posto	Designação do Posto	T_k (horas/dia)	L_{Cpico} dB (C)	$L_{Aeq,Tk}$ dB (A)	$L_{EX,8h}$ dB(A)
2.a	Corte de chapas onduladas fibra de vidro	1	96,1	98	90,1
3.a	Corte de chapas de termoplásticos	2	87,7	86,8	
3.c	Soldar termoplásticos a quente	1	77,4	76	
4.a	Corte de tubos pequenos	1,5	98,7	86,3	
4.b	Extrusão	0,5	96,9	86,6	

Através das medições realizadas com o sonómetro verifica-se que os valores máximos instantâneos de pressão sonora a que os trabalhadores estão expostos, ponderado C, (L_{Cpico}) se encontram abaixo dos valores de ação inferiores legislados.

Para as várias tarefas mediu-se o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, $L_{Aeq,Tk}$, a que os trabalhadores estão expostos, para as horas de exposição indicadas na tabela 5.1.

Para um período de trabalho de 8 horas diárias abrangendo todos os ruídos presentes no local de trabalho foi calculado o ruído diário a que os trabalhadores de encontram expostos, $L_{EX,8h}$, que é de 90,1 dB (A), encontrando-se acima do valor limite de exposição legislado (87 dB (A)).

Para o cálculo de $L_{EX,8h}$ foram consideradas as 6 horas a que os trabalhadores estão expostos ao ruído das máquinas e as 2 horas a que os trabalhadores estão expostos ao ruído da fábrica, 60 dB(A).

Como tal, é necessário que sejam implementadas medidas de controlo para reduzir o nível sonoro.

5.2 Medição da Exposição ao Contaminante Químico estireno

Foram feitas sete medições, com intervalos de tempo entre 15 e 30 minutos entre cada medição, no posto de trabalho onde se fabricam os moldes, se faz a aplicação das resinas contendo estireno e se procede à desmoldagem do molde depois de seco.

A tabela 5.2 apresenta os resultados obtidos e as figuras 5.1 e 5.2 o aspeto dos tubos antes e após as medições.

Tabela 5.2 - Resultados obtidos por medição direta com tubos colorimétricos

Designação do Posto	Medição	Hora	Tubo utilizado	Concentração (ppm)
Aplicação de resina no molde (longe janela)	1ª	10h:30m	50/a	O tubo passou de branco a amarelo, há presença de estireno (nestes tubos foi detetado estireno, não foi medida a concentração do mesmo visto que são tubos não graduados)
2ª Aplicação de resina no molde (longe janela)	2ª	10h:45m	50/a	
Aplicação de resina no molde (outra peça, perto janela)	3ª	11h:15m	50/a	
Peça a secar (longe janela)	4ª	11h:30m	50/a	
Peça a secar (perto janela)	5ª	12h:00m	50/a	
Peça a secar (longe janela)	6ª	12h:15m	10/b	35 ppm
Peça a secar (perto janela)	7ª	12h:30m	10/b	15 ppm

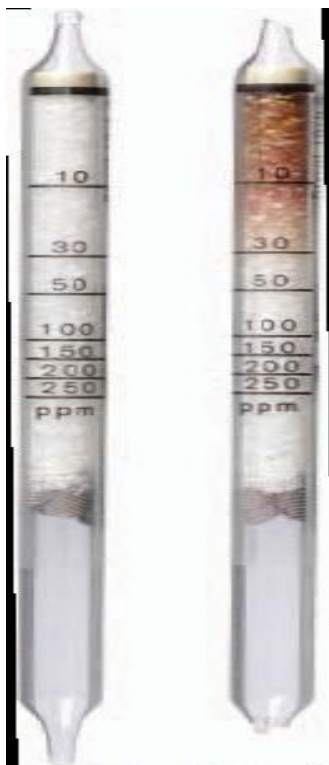


Figura 5.1- Tubos de estireno 10/b antes (cor branca) e após a medição (cor rosa)



Figura 5.2 – Tubos de estireno 50/a antes (cor branca) e após a medição (cor amarela)

De acordo com os dados obtidos, as peças a secar longe da janela - 1ª, 2ª e 4ª medição- foram as que mudaram de cor mais rapidamente (2ª bombada), sentindo-se um cheiro mais forte a

estireno nesse local. Nas peças que se encontravam a secar perto da janela, verificou-se que a reação nos tubos demorou mais tempo a ocorrer, sinal de que a presença de estireno era menor.

Os valores obtidos são de aproximadamente 35 ppm para as medições feitas longe da janela e cerca de 15 ppm para as medições feitas perto da janela. O Valor Limite de Exposição (VLE) para o contaminante químico estireno, durante um período de 8 horas, é de 20 ppm. De acordo com o critério utilizado, uma atmosfera segura é aquela em que a concentração de contaminante é menor que metade do seu valor limite. Neste caso, em ambos os locais de trabalho analisados, a concentração de estireno encontra-se acima do “limite de segurança”, logo é necessário implementar medidas de segurança.

COSHH ESSENTIALS

Para avaliar os riscos para doenças profissionais causadas pelo estireno utilizou-se a ferramenta COSHH ESSENTIALS. Os resultados obtidos encontram-se na figura 5.3.

Process → How Many → Chemical Name → Hazard → Form → How Much → Summary → Advice

SUMMARY OF USER INPUT

Your assessment code : YC24738314

Process name : Moldes -resina

Task : Laminating

Congratulations! You have now input all the information needed for COSHH Essentials to carry out a risk assessment for 1 chemical. You should now print off the control guidance sheets offered to you, check that your controls meet those recommended and follow the actions suggested.

Below is a summary of the information you have input. If you think you have made a mistake or you wish to change any of the information, please click [here](#) to edit the information on this task.

To obtain more details on the summary, click on any of the terms below.

Chemical or product name :	Estireno
R-phrases :	R20, R36/38
State :	Liquid
Operating temperature :	25 °C
Boiling point :	145 °C
Hazard group :	B
Skin hazard :	Yes
Quantity used :	Medium
How many times a day ?	3 times a day
How long does the task take ?	180 minutes

Figura 5.3- Resultados obtidos através da ferramenta COSHH ESSENTIALS para a exposição ao contaminante químico estireno

De acordo com este método conclui-se que o estireno pertence ao grupo de perigo B- substâncias menos perigosas para a saúde, podendo causar irritação na pele e perigo por inalação. Esta ferramenta propõe ainda medidas de controlo, tais como medidas de engenharia (ventilação local, restrição da entrada no local onde se manuseia estireno apenas a pessoal autorizado) e utilização de Equipamento de Proteção Individual. No anexo VIII encontram-se as fichas guia com as medidas de controlo propostas por esta ferramenta.

EMKG-EXPO-TOOL

Foi utilizada esta ferramenta para avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao estireno uma vez que se trata de uma ferramenta de fácil utilização e acesso. Como tem algumas limitações (referidas no capítulo 2 desta dissertação) foi utilizada com a complementação do método anterior, mais fiável.

Os resultados obtidos encontram-se na figura 5.4 e permitem obter o intervalo de exposição previsto, o qual deverá ser comparado com o *Derived No Effect Level*, ou seja, o nível de exposição acima do qual o ser humano não deverá estar sujeito.

Predicted exposure ranges: Liquids				
Control Approach	Predicted exposure level for vapour, ppm			
	Solids EP Band 1	Solids EP Band 2	Solids EP Band 3	Solids EP Band 4
	(mL of low VP liquid)	(mL of med. / high VP liquid or L / m³ of low VP liquid)	(m³ of med. VP liquid or L of med. / high VP liquid)	(m³ of high VP liquid)
1	< 5	5 - 50	50 - 500	> 500
2	< 0.5	0.5 - 5	5 - 50	5 - 500
3	< 0.05	0.05 - 0.5	0.5 - 5	0.5 - 5

Figura 5.4 – Resultados obtidos através da ferramenta EMKG-EXPO-TOOL para a exposição ao contaminante químico estireno

De acordo com a legislação, os valores limite de exposição para o estireno, para uma exposição de 8 horas, são de 20 ppm (85 mg/m³). Como tal, é possível verificar, através desta ferramenta (resultado a amarelo na figura 5.4), que os valores aos quais os trabalhadores estão sujeitos são prejudiciais para a sua saúde.

5.3 Riscos associados ao Manuseamento Manual de Cargas

Para aplicação do método do NIOSH os diferentes parâmetros medidos no local de trabalho são os seguintes:

H – Distância horizontal (cm) entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os tornozelos;

D – Distância vertical (cm) de transporte de carga entre o ponto de partida e o de chegada;

V – Distância vertical das mãos (cm) com relação ao solo no início do levantamento;

A – Rotação do tronco.

Os valores medidos encontram-se na tabela 5.3.

Tabela 5.3- Medições efetuadas no local de trabalho para os parâmetros H, D, V e A por posto de trabalho

Posto de trabalho	Parâmetros medidos	Valores obtidos
Corte e acabamento de chapas onduladas (2.a e 2.b)	H	10 cm
	V	32 cm
	D	75 cm
	A	45°
Corte chapas de termoplásticos (3.a)	H	11
	V	30
	D	50
	A	45 °
Armazenagem de tubagens (5.a) e de produtos acabados (5.b)	H	11
	V	32
	D	175
	A	0°

A partir dos valores da tabela 5.3 foi possível calcular os parâmetros utilizados pelo método do NIOSH.

Os parâmetros coeficiente de manuseio (CM) e coeficiente de frequência (FM) são obtidos a partir das tabelas 2.17 e 2.18, respetivamente.

Para CM há que ter em conta que $V < 75$ cm e que o manuseamento da carga é regular. Obteve-se assim um coeficiente de manuseio de 0,95.

O coeficiente de frequência (FM) é obtido em função da duração do tempo de trabalho, do valor V e do número de elevações por minuto. De acordo com a tabela 2.18, e tendo em conta que a duração da atividade contínua é inferior ou igual a uma hora, que $V < 75$ cm e que se fazem 0,2 levantamentos por minuto, foi possível obter um coeficiente de frequência de 1.

Na tabela 5.4 encontram-se os fatores necessários para o cálculo do Limite de Peso Recomendado (LPR) através da equação do NIOSH.

Estes fatores foram calculados para o manuseamento de chapas onduladas de 23 kg nos postos 2.a/ 2.b, nomeadamente transportar as chapas onduladas até à máquina de corte e daí até ao camião de transporte, para o manuseamento de chapas de termoplástico de 30 kg (colocar as chapas na mesa de corte, 3.a) e para o transporte de tubagens e produtos acabados até aos respetivos armazéns (5.a e 5.b).

Os fatores calculados são:

HM – Multiplicador horizontal $= (25/H)$;

VM – Multiplicador vertical $= (1 - (0,003 |V-75|))$;

DM – Multiplicador de distância vertical $= (0,82 + (4,5/D))$;

AM – Multiplicador de assimetria $= (1 - (0,0032 A))$;

Tabela 5.4 – Fatores utilizados para cálculo do LPR

Posto de Trabalho	Fatores	Valores obtidos
Corte e acabamento de chapas onduladas (2.a e 2.b)	HM	2,5
	VM	0,871
	DM	0,88
	AM	0,856
Corte chapas de termoplásticos (3.a)	HM	2,27
	VM	0,865
	DM	0,91
	AM	1
Armazenagem de tubagens (5.a) e de produtos acabados (5.b)	HM	2,27
	VM	0,871
	DM	0,846
	AM	0,856

Posteriormente foram calculados o Limite de peso Recomendável (LPR) e o Índice de Elevação (LI).

Tabela 5.5 - Valores de LPR e LI obtidos

Posto de Trabalho	LPR (Kg)	LI
Corte e acabamento de chapas onduladas (2.a e 2.b)	35,83	0,64
Corte chapas de termoplásticos (3.a)	50,92	0,59
Armazenagem de tubagens (5.a) e de produtos acabados (5.b)	40,81	0,73

Através da aplicação do método do NIOSH foram obtidos valores de LI menores do que 1, o que, de acordo com a tabela 2.18, referente aos graus de valoração do risco envolvidos nas tarefas de elevação de cargas, permite concluir que os valores obtidos estão dentro do nível de risco aceitável e não é necessário intervir nem implementar medidas de controlo.

5.4 Riscos associados ao contacto com equipamento/maquinaria

Determinaram-se quantitativamente os níveis de risco e intervenção que se encontram na tabela 5.6 utilizando o método de William T. Fine.

Tabela 5.6 – Valoração do risco para acidentes de trabalho causados pelo contacto com equipamento/ maquinaria nos diferentes postos de trabalho, de acordo com o método de WTF

Posto de trabalho	Perigo para acidentes de trabalho (adaptado de metodologia EEAT)	Dano potencial (EEAT)	Fc	Fe	Fp	Magnitude do Risco (R)	Índice de Risco (I)	Prioridade de Intervenção
Acabamento de moldes (1.b)	Contacto com retificadora	Lesões Superficiais e Feridas abertas	5	6	6	180	3-Notável	Correção necessária urgente
Acabamento de chapas (2.b)	Contacto com retificadora	Cortes e Feridas abertas	5	5	6	180	3-Notável	Correção necessária urgente
Corte de chapas de termoplásticos (3.a)	Contacto com lâminas de corte	Feridas abertas	1	1	3	3	5-Aceitável	Pode omitir-se a correção
Soldar peças a quente (3.c)	Contacto com zona quente da soldadura	Queimaduras e escaldaduras (térmicas)	1	5	3	15	5-Aceitável	Pode omitir-se a correção
Corte de tubos e peças pequenas (4.a)	Contacto com lâminas de corte	Feridas abertas	5	5	6	150	3- Notável	Correção necessária urgente

De acordo com o método de WTF, se a combinação entre o Fator consequência (Fc), o Fator exposição (Fe) e o Fator probabilidade (Fp) for menor que 20, o índice de risco é considerado aceitável, e se a combinação entre os três fatores estiver entre [70-200] o índice de risco já se considera notável.

De acordo com os resultados obtidos através deste método pôde observar-se que o risco para acidentes de trabalho causados por contacto com equipamento/maquinaria nos postos de trabalho onde há corte de chapas de termoplásticos (3.a) e onde se soldam peças a quente (3.c), é aceitável, visto que se obteve um índice de risco de 3 e 15, respetivamente. Neste caso pode omitir-se a correção do risco.

Nos postos de trabalho onde se faz acabamento de moldes (1.b), acabamento de chapas (2.b) e corte de tubos e peças pequenas (4.a) o índice de risco encontra-se no intervalo [70-200 [, ou seja, o índice de risco é notável e é necessária correção urgente.

5.5 Medidas de Controlo

As medidas de controlo apresentadas são adequadas à realidade da empresa alvo de estudo. Estas medidas foram claramente alinhadas com o respetivo perigo e tiveram em consideração a natureza dos danos e a parte do corpo potencialmente afetada. Estas medidas foram organizadas por posto de trabalho.

5.5.1 Medidas de controlo para prevenir os riscos de acidentes de trabalho, nos postos de trabalho com nível de risco não aceitável

Nos postos de trabalho 1.b (acabamento de moldes), 2.b (acabamento de chapas) e 4.a (Corte de tubos e peças pequenas) onde há contato com equipamento de corte (retificadora), o índice de risco é notável, pelo que devem ser implementadas medidas de correção urgentes.

Devem ser colocados protetores nas máquinas de modo a limitar o alcance da mão à zona de corte, deve ser dada formação aos trabalhadores acerca do funcionamento da máquina e deve ser utilizado equipamento de proteção individual, nomeadamente botas de proteção de biqueira de aço, capacete e luvas de proteção anti corte.

5.5.2 Medidas de controlo para prevenir riscos de doenças profissionais, nos postos de trabalho com nível de risco não aceitável

As doenças profissionais legais foram identificadas com recurso ao Decreto Regulamentar nº 76/2007 (DR nº 76/2007, de 17 de Julho).

De acordo com a avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao contaminante estireno, efetuada pelo método COSHH ESSENTIALS é necessário implementar medidas de engenharia nos postos de trabalho da secção 1 (fabrico e acabamento de moldes) como ventilação local em vez de geral e/ou utilização de exaustores no local onde está a ser manuseado o componente químico.

A empresa deverá sistematizar toda a informação contida nas fichas de dados de segurança, em procedimentos ou normas que sirvam de referência ao manuseamento dos produtos. O local de armazenagem do estireno deverá ser ventilado e afastado das zonas onde exista perigo de inflamação e deve ter acesso condicionado.

Também devem ser utilizados EPI's, tais como luvas de Álcool Polivinílico (PVA) ou luvas de borracha Butílica, óculos de proteção com anteparos laterais e máscara com filtro apropriado para o estireno.

A identificação das medidas de controlo para o ruído foi realizada de acordo com o Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de Setembro. Considerando os resultados obtidos é recomendável que sejam adotadas medidas corretivas:

A primeira medida a implementar neste caso é um estudo do ruído ocupacional com base nas bandas de frequência, de modo a verificar que protetores auditivos devem ser utilizados pelos trabalhadores.

Tendo em conta as condições económicas da empresa e a conjuntura atual sugerem-se ainda medidas organizacionais, tais como a diminuição do tempo de exposição dos trabalhadores em cada posto de trabalho, fazendo turnos menores e rotativos.

Capítulo 6- Conclusões

Apesar da Avaliação de Riscos constituir uma obrigação legal, em termos metodológicos não existem regras fixas sob a forma como esta deve ser realizada.

Com este estudo pretendeu realizar-se uma Análise e Avaliação de Riscos na empresa “Indústria Transformadora de Polímeros” utilizando diversos métodos qualitativos e quantitativos.

Foi feita a identificação dos perigos e a caracterização dos danos potenciais associados aos mesmos com base nas participações dos acidentes de trabalho disponibilizadas pela empresa para o período de 2006 a 2010, nas fichas de dados de segurança dos produtos perigosos, no diálogo com os trabalhadores e responsáveis pela empresa e por observação direta dos postos de trabalho.

Os perigos considerados mais significativos na empresa foram a exposição ao ruído, a exposição ao contaminante químico estireno, o manuseamento manual de cargas e o contato com equipamento e maquinaria considerados perigosos. Estes perigos foram estudados e foram propostas medidas de prevenção e controlo de modo a evitar que acidentes de trabalho e doenças profissionais aconteçam.

Foram avaliados os riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao ruído utilizando o sonómetro, e os riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao contaminante químico estireno utilizando tubos colorimétricos e os métodos COSHH ESSENTIALS e EMKG-EXPO-TOOL.

Foram também avaliados os riscos para acidentes de trabalho causados pelo manuseamento manual de cargas através do método do NIOSH e os riscos para acidentes de trabalho causados pelo contato com equipamentos e maquinaria, utilizando o método do William T. Fine.

Através das medições realizadas com o sonómetro verificou-se que o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, a que os trabalhadores estão expostos, calculado para um período de trabalho de 8 horas diárias, abrangendo todos os ruídos presentes no local de trabalho, $L_{EX,8h}$, é de 90,1 dB (A), encontrando-se acima do valor limite de exposição legislado (87 dB (A)).

Foram então sugeridas medidas de controlo à empresa para reduzir o nível sonoro no local de trabalho.

Para avaliar os riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao contaminante químico estireno foram realizadas várias medições diretas utilizando dois tipos diferentes de tubos colorimétricos ou tubos Drager. Todos os valores obtidos nas medições para o

componente estireno se encontram abaixo dos Valores Limite de Exposição, de acordo com a legislação, pelo que o risco de exposição é considerado aceitável.

De acordo com o método qualitativo EMKG-EXPO-TOOL, os valores de exposição ao estireno estão abaixo dos Valores Limite de Exposição referidos na legislação, concluindo-se que o risco de exposição é considerado aceitável.

Foi também utilizado o método qualitativo COSHH ESSENTIALS. De acordo com este método o estireno pertence ao grupo de perigo B, substâncias menos perigosas para a saúde, podendo causar irritação na pele e perigo por inalação. De acordo com o critério do OSHA, visto que um dos valores obtidos se encontra acima do valor de VLE/2, pode concluir-se que são necessárias medidas de controlo.

Apesar do risco de exposição ao estireno ser considerado aceitável através dos três métodos, este último propõe medidas de controlo e prevenção para que os limites de exposição a este composto não sejam ultrapassados. As medidas de controlo propostas por este método encontram-se no anexo VIII.

Para a valoração dos riscos associados ao Manuseamento Manual de Cargas foi utilizado o método quantitativo do NIOSH através do qual se verificou que os valores obtidos estão dentro do nível de risco aceitável, logo não é necessário intervir nem implementar medidas de controlo.

Finalmente procedeu-se à valoração do risco para acidentes de trabalho causados pelo contacto com equipamento/ maquinaria nos diferentes postos de trabalho, de acordo com o método de William T. Fine. De acordo com os dados obtidos através desta metodologia pôde observar-se que o risco para acidentes de trabalho causados por contacto com equipamento/maquinaria nos postos de trabalho 3.a (corte de chapas de termoplásticos) e 3.c (soldar peças a quente), é aceitável, não existindo necessidade de correção do mesmo.

Nos postos de trabalho 1.b (acabamento de moldes), 2.b (acabamento de chapas) e 4.a (corte de tubos e peças pequenas) é necessária correção urgente, pelo que foram propostas medidas de engenharia (aquisição de equipamentos mais modernos, manutenção/ lubrificação das máquinas), medidas organizacionais (especialização dos trabalhadores) e medidas de EPI's (utilização de luvas de proteção para maquinaria, óculos de proteção e botas de biqueira de aço).

Pode então concluir-se que a empresa "Indústria transformadora de Polímeros" necessita que sejam implementadas algumas medidas de controlo, nomeadamente no que diz respeito à

exposição ao ruído e ao contato com equipamento e maquinaria perigosos, de modo a evitar que sucedam mais acidentes de trabalho e doenças ocupacionais.

6.1 Sugestões para trabalho futuro

De modo a dar continuidade ao estudo efetuado na presente dissertação dever-se-ia fazer uma nova análise e avaliação de riscos, após as medidas de controlo e prevenção propostas neste estudo terem sido implementadas na empresa. Deve verificar-se se a análise de riscos realizada foi eficaz e se os acidentes de trabalho e doenças ocupacionais estão controlados.

A empresa “Indústria Transformadora de Polímeros” deverá implementar um Sistema de Gestão de Segurança de modo a que seja possível proteger os funcionários e responsáveis pela empresa dos riscos que podem ocorrer.

Bibliografia

Brown, P. D. (1998). Boletim Técnico-Análise de Risco. *Publicação do Grupo de Pesquisa em Segurança contra Incêndio*. (pp. 1-7). São Paulo: Universidade de São Paulo- GSI/NUTAU/USP.

BSI. (2007). British Standard Institutions. *Occupational health and safety management systems-Requirements, BS OHSAS 1800* .

BSI. (2004). British Standart Institutions. *Occupational health and safety management systems - Guide, BS 8800* .

CARIT. (2008). *SLIC European inspection and communication campaign*. Obtido em Maio de 2012, de www.handlingloads.eu/pt/site/18/19/30

Decreto Lei nº 98/2009 de 4 de Setembro (2009). *Regulamenta o regime de reparação de acidentes de trabalho e de doenças profissionais, incluindo a reabilitação e reintegração profissionais, nos termos do artigo 284.º do Código do Trabalho , aprovado pela Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro* .

Decreto-lei nº 98/2010 de 11 de Agosto (2010). *Estabelece o regime a que obedecem a classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas para a saúde humana ou para o ambiente, com vista à sua colocação no mercado*.

Decreto - Lei nº 330/1993 de 25 de Setembro (1993). *Transpões para o direito interno a Diretiva 90/269/CEE, do Conselho, de 29 de Maio, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde na movimentação manual de cargas*.

Decreto-Lei nº 182/2006 de 6 de Setembro (2006). *Estabelece a proteção dos trabalhadores contra os riscos devido à exposição ao ruído durante o trabalho* .

Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de Julho (2007). *Estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente*.

Decreto-Lei nº 273/1986 de 20 de Agosto (1986). *Aprova o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de Escritório e Serviços* .

Decreto-Lei nº 305/2007 de 24 de Agosto (2007). *Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/15/CE, que estabelece uma segunda lista de Valores Limite de Exposição (VLE) profissional de modo a dar execução à Directiva n.º 98/24/CE. Altera o Decreto-Lei n.º 290/2001, actualizando o anexo deste diploma*.

Decreto-Lei nº 24/2012 de 6 de Fevereiro (2012). *Estabelece a regulamentação sobre a proteção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos e estabelece valores limites de exposição profissional a agentes químicos*.

Drager (2006). *Manual de Tubos Drager/CMS*. Lubeck: Drager Safety AG & Co KGaA.

Dul J. & Weerdmeester B. (1995). Ergonomia Prática. São Paulo : Edgar Blucher Ltda.

EU- OSHA.(2007). *FACTS - Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de trabalho*. Obtido em Abril de 2012, de Occupational Safety and Health Administration: <http://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets/73>

EU-OSHA. (2007). *Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho*. Obtido em Abril de 2012, de <http://osha.europa.eu/pt/topics/riskassessment/definitions>

EU-OSHA, 2. (2008). *Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho*. Obtido em Abril de 2012, de http://osha.europa.eu/pt/topics/riskassessment/index_html

EU-OSHA, 2008. *European Agency for Safety and Health at Work*. Obtido em Abril de 2012, de "Statistics": <http://osha.europa.eu/en/statistics/>

Eurofins. (2004). *Avaliação de risco da exposição dérmica profissional a substâncias químicas*. Obtido em Maio de 2012, de www.eurofins.com

European Commission, S. M. (2004). *"Work and Health in the EU. A statistical portrait"*. Obtido em Abril de 2012, de http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-57-04-80/EN/KS-57-04-807-EN.PDF

Eurostat, 2. (2009). *"Statistics Main Tables: Accidents at work-incidence rate"*. Obtido em Abril de 2012, de European Commission: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

FANTAZINNI, F. D. (1993). *Introdução à Engenharia de segurança de sistemas*. São Paulo.Brasil: Fundacentro,3ª Edição.

Garbe, C. A. (Julho de 2010). "Estudo Biomecânico para reabilitação do ouvido médio humano". *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do grau de mestre em Engenharia Biomédica*. Porto.

Geoffrey David, V. W. (2005). *Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check (QEC)*. London: Health and Safety Executive.

GEP. (2008). "Acidentes de Trabalho 2008". *Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social (MTSS), 2010 - Coleção Estatísticas*. Lisboa: Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP).

GEP. (2009). *"Estatísticas em Síntese, Acidentes de trabalho"*.

GEP. (2012). *Gabinete de Estratégia e Planeamento*. Obtido em Maio de 2012, de www.gep.msss.gov.pt

Guangyan Li and Peter Buckle. (1999). *"Evaluating Change in Exposure to Risk for Musculoskeletal Disorders - a Practical Tool."*. Surrey,UK: Health and Safety Executive-HSE Books CRR251.

Hammer, W. (1972). *Handbook of system and product safety*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

Hollander, D. A. (02 de Março de 2009). *O programa VAST- Um exemplo concreto de melhoria do manuseamento de substâncias químicas nas PME*. Obtido em Maio de 2012, de osha.europa.eu

HSE. (2003). Obtido em Abril de 2012, de Five steps to risk assessment. Health and Safety Executive: www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf

INE. (2012). *Instituto Nacional de Estatística- Statistics Portugal*. Obtido em Maio de 2012, de metaweb.ine.pt/sine

Kletz, T. A. (1999). *Hazop and Hazan -Identifying and Acessing process industry hazards*. UK: Institution of Chemical Engineers, Rugby.

Kumamoto, H., & Henley, E. (1996). *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*. 2nd edition. New York: IEEE Press.

L.Brauer, R. (2006). *Safety and Health for Engineers* . Hoboken, New Jersey: Jonh Wiley & Sons, Inc, second edition.

Lança, L. M. (Janeiro de 2010). "Agentes Químicos- Classificação e vias de entrada no organismo.". Tomar: Instituto de Emprego e Formação de Tomar. Cursos EFA- Curso Técnico de Higiene e Segurança no Trabalho.

Lei nº 99/2003 de 27 de Agosto (2003). *Define o âmbito e o objectivo das políticas e respectivas regras metodológicas a observar pelos empregadores no domínio da segurança e saúde do trabalho nos locais de trabalho* .

Leonardo, A., & Brás, I. "Avaliação de Riscos profissionais em atividade Industrial Têxtil."- Pós-Graduação em Sistemas Integrados de Gestão de Ambiente, Qualidade e Segurança da Associação para o Desenvolvimento e Investigação de Viseu-ADIV. Viseu.

Marck Cronin; Judith Madden. (2010). *In Silico Toxicology: Principles and Applications*. Liverpool: Royal Society of Chemistry.

Marquart H., H. I. (2007). A web- based control banding tool using an exposure process model. TNO/Arbo Unie Report V7714/EC345-07.

MIL-STD-882 A . (s.d.). System Safety Program Requirements,US Army Forces. Washington DC, USA.

Moreira, A. M. (2008). *Gestão e segurança de Obras e Estaleiros - Análise de Riscos*. Obtido em Maio de 2012, de Instituto Politécnico de Tomar- Escola Superior de Tecnologia de Tomar (ESTT): www.estt.ipt.pt/download/disciplina/2952_shst_2.pdf

NIOSH. (1981). Work practices guide for manual handling . *US Departament of Health and Human Services* (pp. 81-122). Washington : Us Government Office.

Norma Portuguesa 1796:2007. "Valores limite de exposição profissional a agentes químicos." Instituto Português da Qualidade

Norma Portuguesa 2041:1986. "Acústica. Higiene e Segurança no Trabalho. Limites de exposição dos trabalhadores do sistema braço-mão às vibrações."

Norma Portuguesa 4397:2008. "*Norma Portuguesa para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho. Requisitos*". Instituto Português da Qualidade.

Nunes, I. L. (2010). '*Risk Analysis for Work Accidents based on a Fuzzy Logics Model*', 5th International Conference of Working on Safety- On the road to vision zero? Roros. Norway.

Nunes, I. L. (2011). *Occupational safety and health risk assessment methodologies, documento trabalho, não publicado.*

OIT. (2011). Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua. *Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho*. Lisboa: Organização Internacional do Trabalho.

Oliveira, C. R., & Pires, C. (Agosto de 2010). "*Imigração e Sinistralidade Laboral*". (A. C. (ACIDI), Ed.) Obtido em Abril de 2012, de www.oi.acidi.gov.pt/docs/Estudos_OI/OI_41.pdf

Pinto, A. (2008). *Manual de Segurança- Construção, Conservação e Restauro de edifícios*. Lisboa: Edições Sílabo, LDA.

Ringdahl, L. H. (2001). "*Safety Analysis: Principles and practice in occupational safety*". London: Taylor and Francis, second edition.

Taylor, J. (1994). *Risk analysis for process plan, pipelines and transport*. London: E & FN Spon.

Unie, A., TNO, & BECO. (2011). Obtido em Maio de 2012, de www.stoffenmanager.nl

Veiga, R. (2006). *Metodologias de Avaliação dos Riscos Profissionais*. Verlag, Dashöfer: E-book.

WATER, T. P.-A. (1994). Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. *NIOSH Publication, No. 94-110, National Institute for Occupational Safety and Health* (p. 119). Cincinnati: U.S Department of Health Human Services.

ANEXOS

Anexo I- Fichas de segurança utilizadas na empresa

Anexo II- Símbolos e indicações de perigo das substâncias e misturas perigosas

Símbolos e indicações de perigo das substâncias e misturas perigosas

E 	EXPLOSIVO	O 	COMBURENTE
F 	FACILMENTE INFLAMÁVEL	F+ 	EXTREMAMENTE INFLAMÁVEL
T 	TÓXICO	T+ 	MUITO TÓXICO
C 	CORROSIVO	Xn 	NOCIVO
Xi 	IRRITANTE	N 	PERIGOSO PARA O AMBIENTE

Nota: As letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi e N não fazem parte do símbolo

Anexo III- Exemplo de ficha de participação de acidente fornecida pela empresa

Anexo IV- Checklist MMC

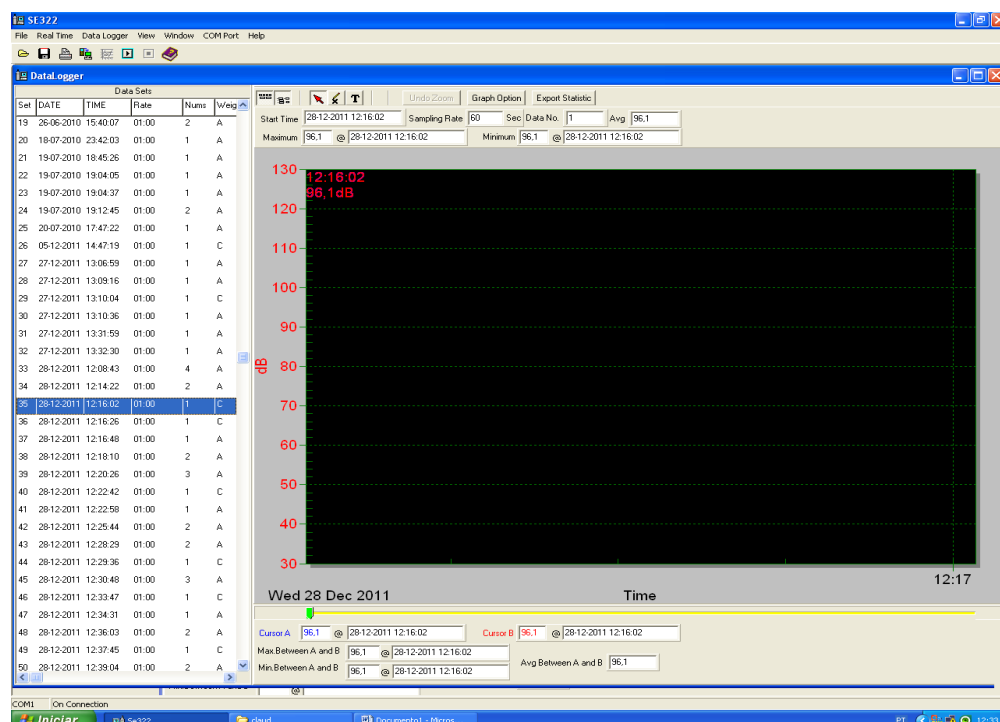
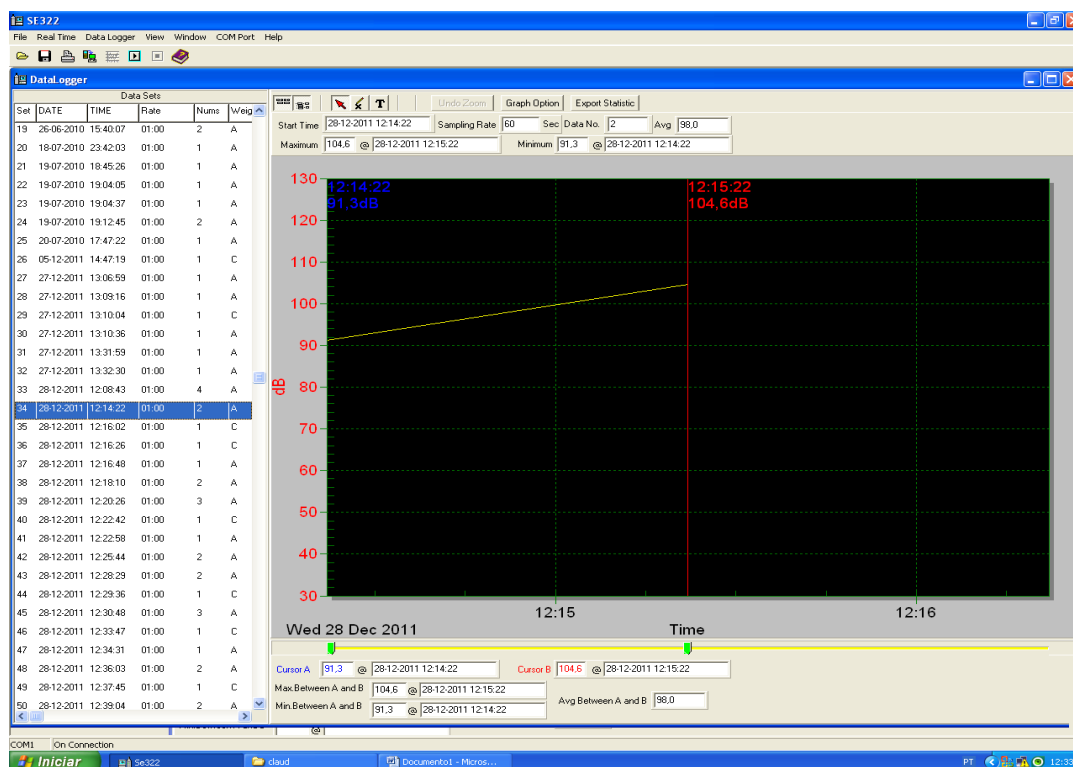
Checklist MMC				
Descrição	Identificação			
Organização do posto de trabalho	Sim	Não	Não Aplicável	Fonte
1-Existe algum tipo de equipamento mecânico que permita evitar movimentos de cargas pelos trabalhadores.	×			DL 330/93
2- Existe espaço vertical suficiente para as atividades em causa serem realizadas.	×			DL 330/93
3- A temperatura, humidade e circulação de ar são as adequadas.	×			DL 330/93
4-A MMC é realizada apenas em curtas distâncias evitando a deslocação de cargas em longa distância.	×			DL 330/93
5- É evitada a deslocação, em grandes distâncias, de elevação e abaixamento de cargas.			×	DL 330/93
6- A cadência de trabalho é sempre possível de ser controlada pelo operador.	×			DL 330/93
7- O operador pode trabalhar sem ser forçado a adquirir posturas incorretas ou trabalhar em locais de risco pelas condições de trabalho.	×			DL 330/93
O pavimento é adequado para trabalho em causa	Sim	Não	Não Aplicável	Fonte
8- O pavimento é regular e não existem riscos de tropeçar devido a obstáculos permanentes ou ocasionais.	×			DL 330/93
9-O pavimento tem boa aderência.	×			DL 330/93
10-O pavimento está isento de desníveis que complicam o trabalho efetuado, obrigando o trabalhador a trabalhar com as cargas a diferentes níveis.	×			DL 330/93
11- O pavimento ou pontos de apoio são estáveis.	×			DL 330/93
Informação/Formação	Sim	Não	Não Aplicável	Fonte
12-Os trabalhadores e seus representantes possuem formação adequada e informações precisas sobre a movimentação correta das cargas.	×			DL 330/93
13- Os trabalhadores e seus representantes têm conhecimentos dos riscos potenciais para a saúde derivados da incorreta movimentação manual de cargas.	×			DL 330/93

14- Os trabalhadores e seus representantes têm conhecimento do peso máximo e outras características das cargas.	×			DL 330/93
15- Os trabalhadores e seus representantes têm conhecimento do centro de gravidade da carga e o lado mais pesado da mesma, no caso do conteúdo de uma embalagem ter uma distribuição de peso não uniforme.			×	DL 330/93
16- Os trabalhadores e seus representantes são consultados sempre que são aplicadas medidas de redução dos riscos resultantes da MMC.			×	DL 330/93
Características da carga	Sim	Não	Não aplicável	Fonte
17- O peso da carga é inferior a 30 kg em operações ocasionais e a 20 kg em operações frequentes.	×			DL 330/93
18- A carga é fácil de agarrar.	×			DL 330/93
19- A carga é estável	×			DL 330/93
20- Permitem que esta seja manuseada junto ao corpo.		×		DL 330/93
21- O seu conteúdo é fixo sem estar sujeito a deslocamentos		×		DL 330/93
22- As características da carga são seguras para o operador, não provocando, devido ao seu aspeto exterior e consistência, lesões no trabalhador, nomeadamente em caso de choque.	×			DL 330/93
Esforços físicos/deslocamento da carga	Sim	Não	Não aplicável	Fonte
23- A intensidade do esforço físico é adequada ao operador.	×			DL 330/93
24- São tomadas medidas quando o período de descanso fisiológico ou de recuperação é insuficiente.			×	DL 330/93
25- São tomadas medidas específicas para as atividades em que o operador solicite a coluna vertebral de uma forma frequente e prolongada.	×			DL 330/93
26- Os movimentos bruscos da carga são evitados.	×			DL 330/93
27- Durante os deslocamentos o corpo está estável, assim como os pontos de apoio.	×			DL 330/93
Os seguintes movimentos/ posturas são evitados	Sim	Não	Não Aplicável	Fonte
28- Inclinação para a frente (com costas arqueadas)		×		DL 330/93
29- Virar-se para o lado enquanto se inclina para a frente.	×			DL 330/93
30- Segurar na carga sobre uma articulação do ombro, inclinando, ao mesmo tempo, o tronco para trás		×		DL 330/93

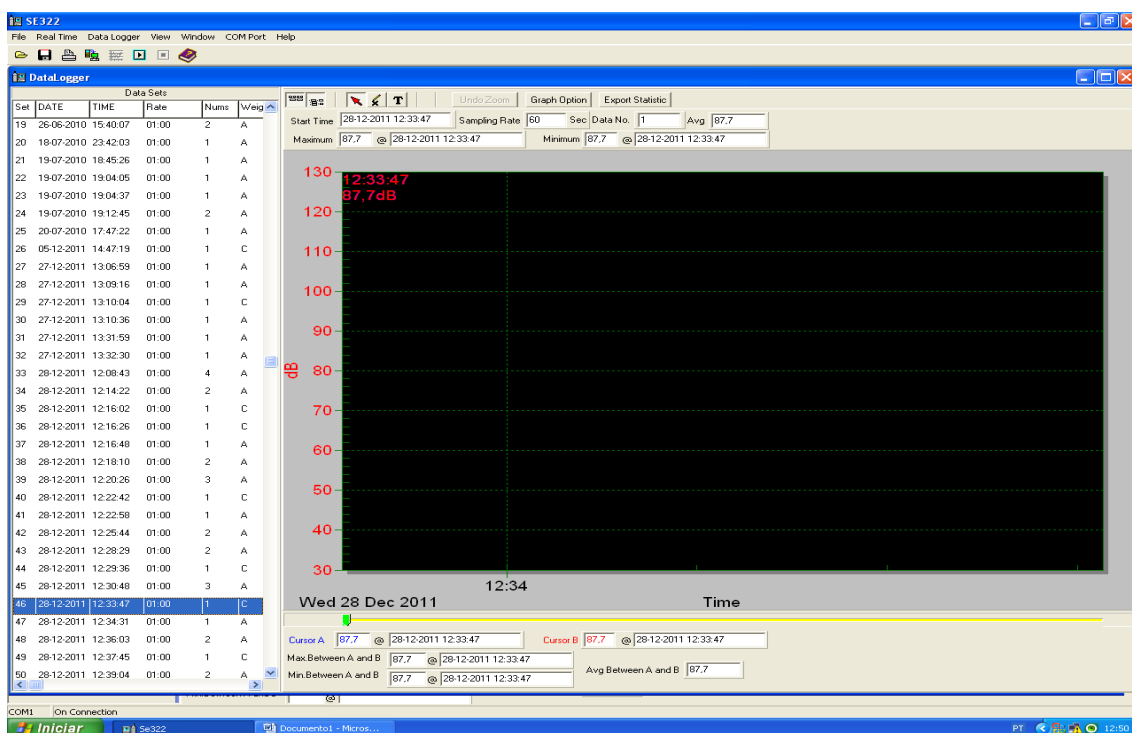
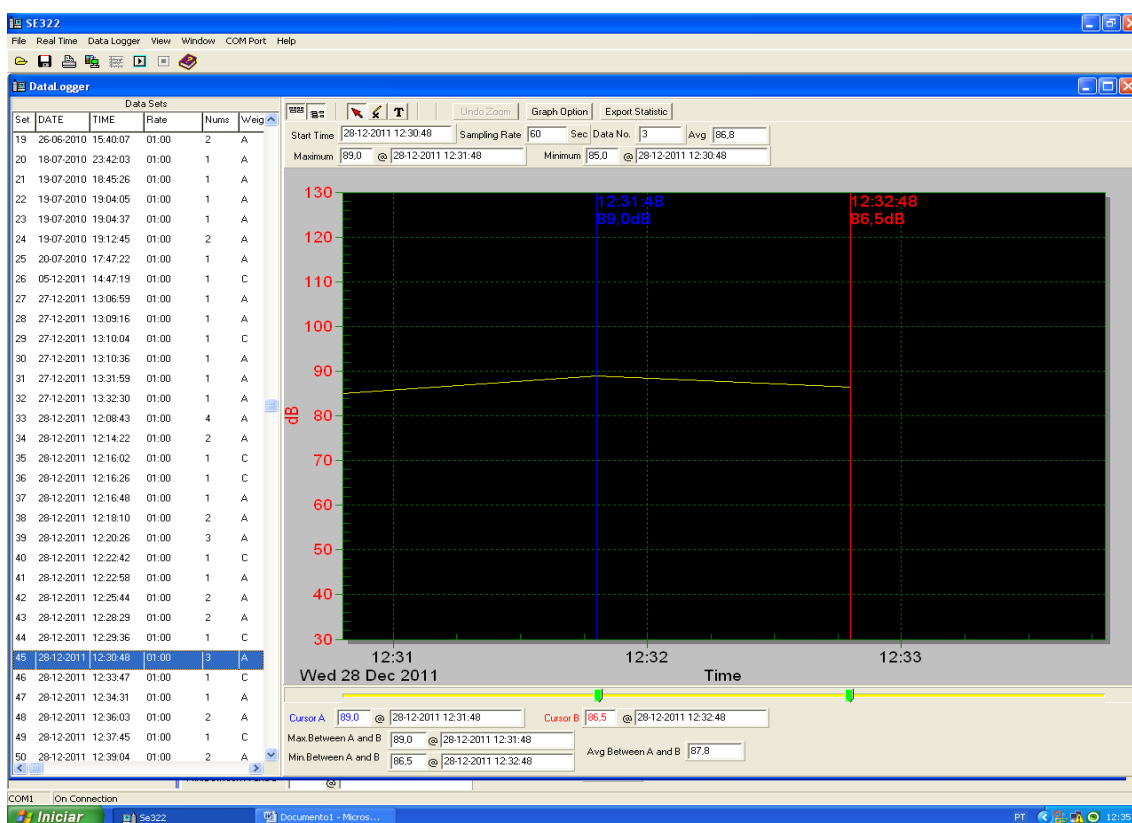
Anexo V- Medições do Ruído

Valor das medições do ruído para os diferentes postos de trabalho analisados na empresa alvo de estudo, dia 28/11/2011.

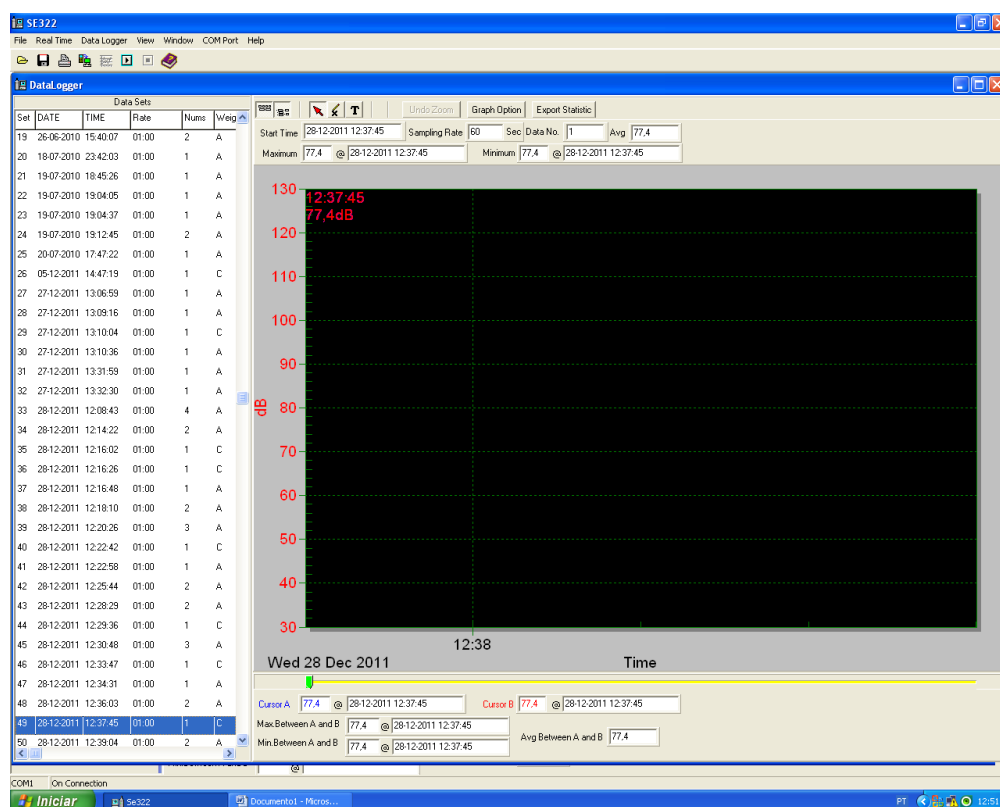
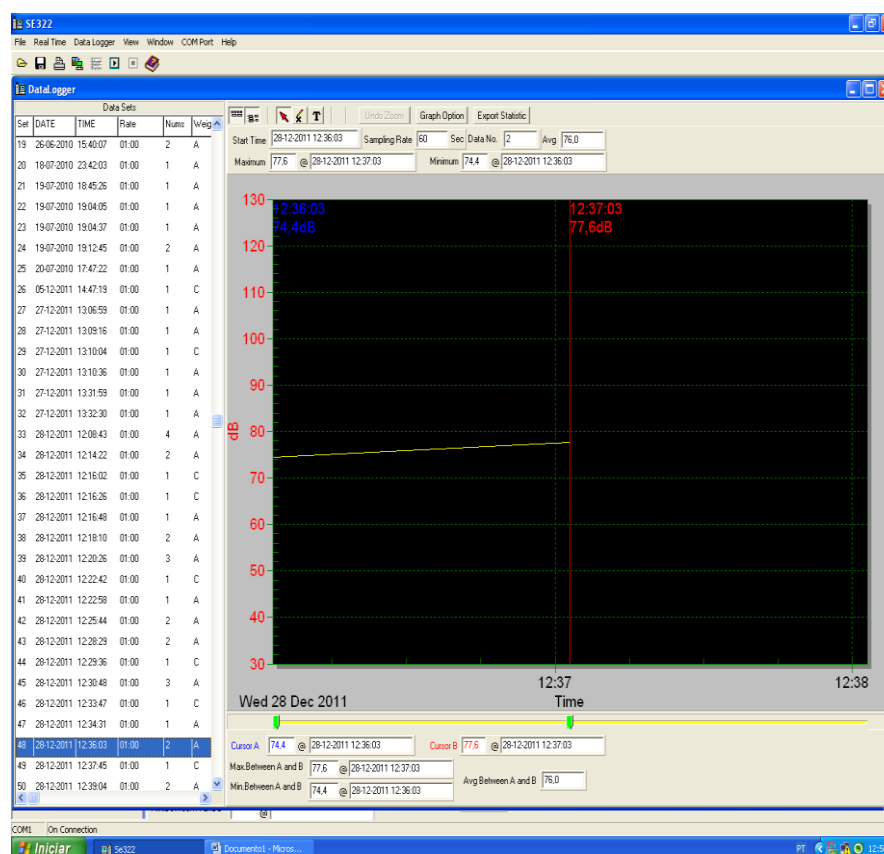
- Máquina de corte de chapas onduladas em fibra de vidro, posto de trabalho 2.a



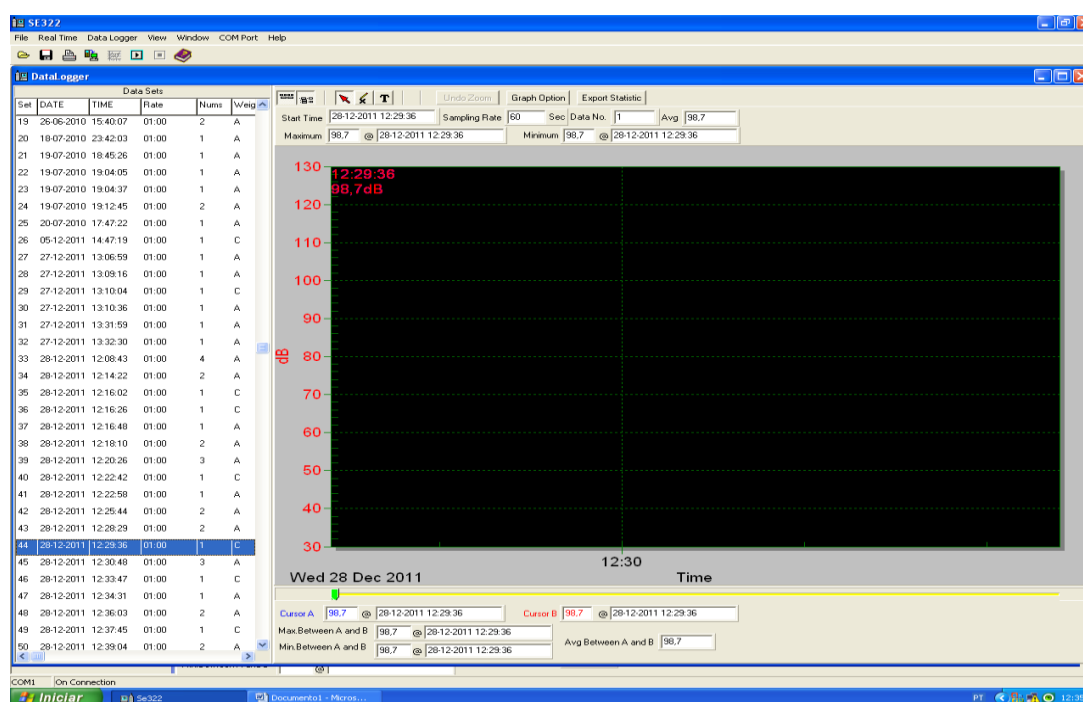
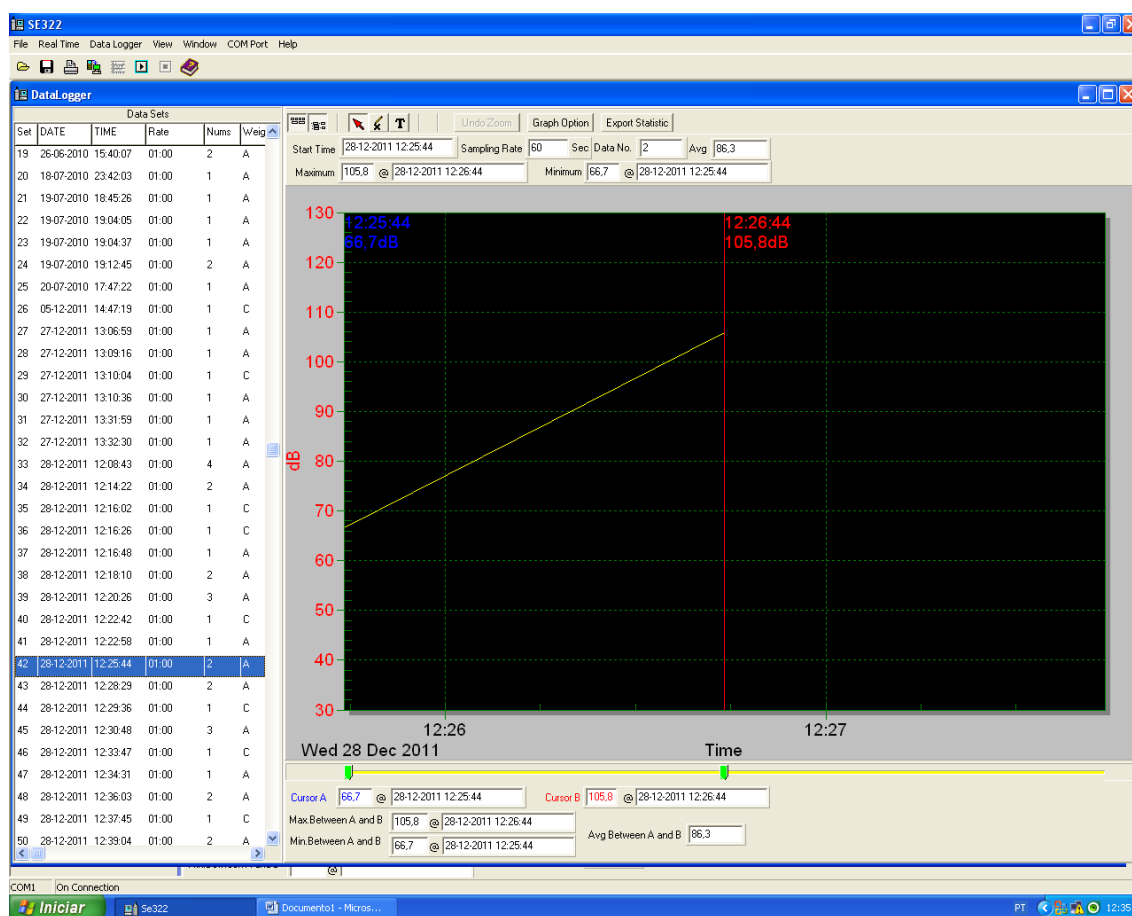
➤ Máquina de corte de termoplásticos, posto de trabalho 3.a



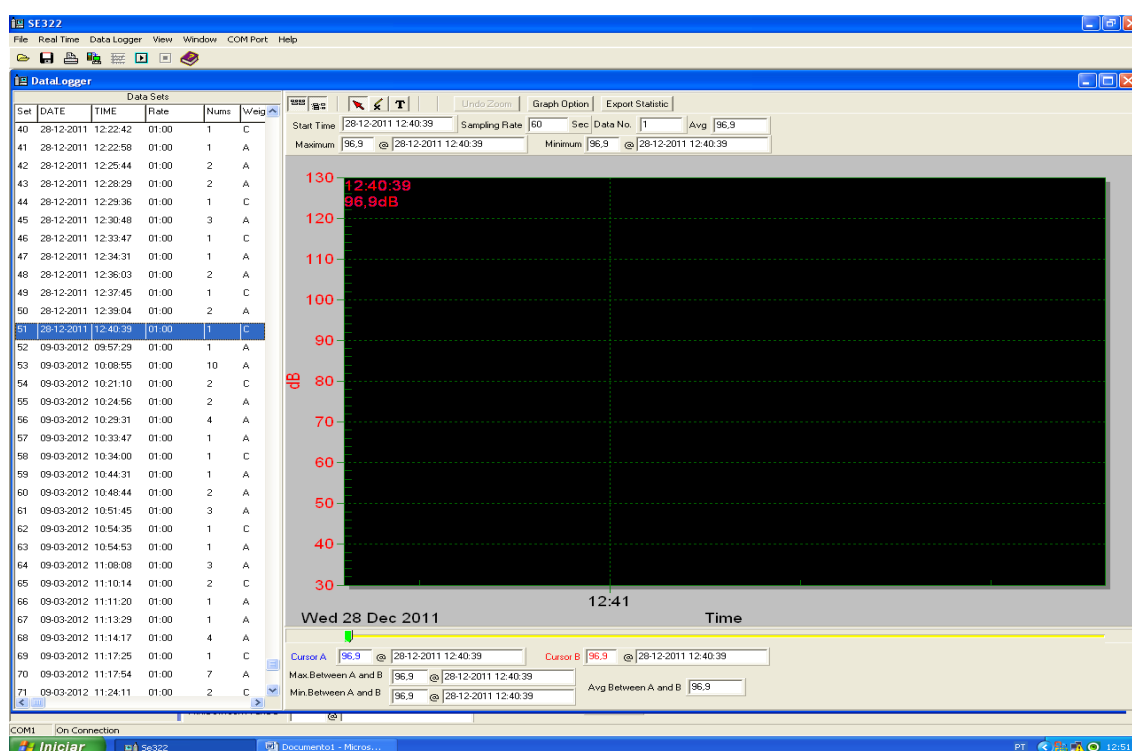
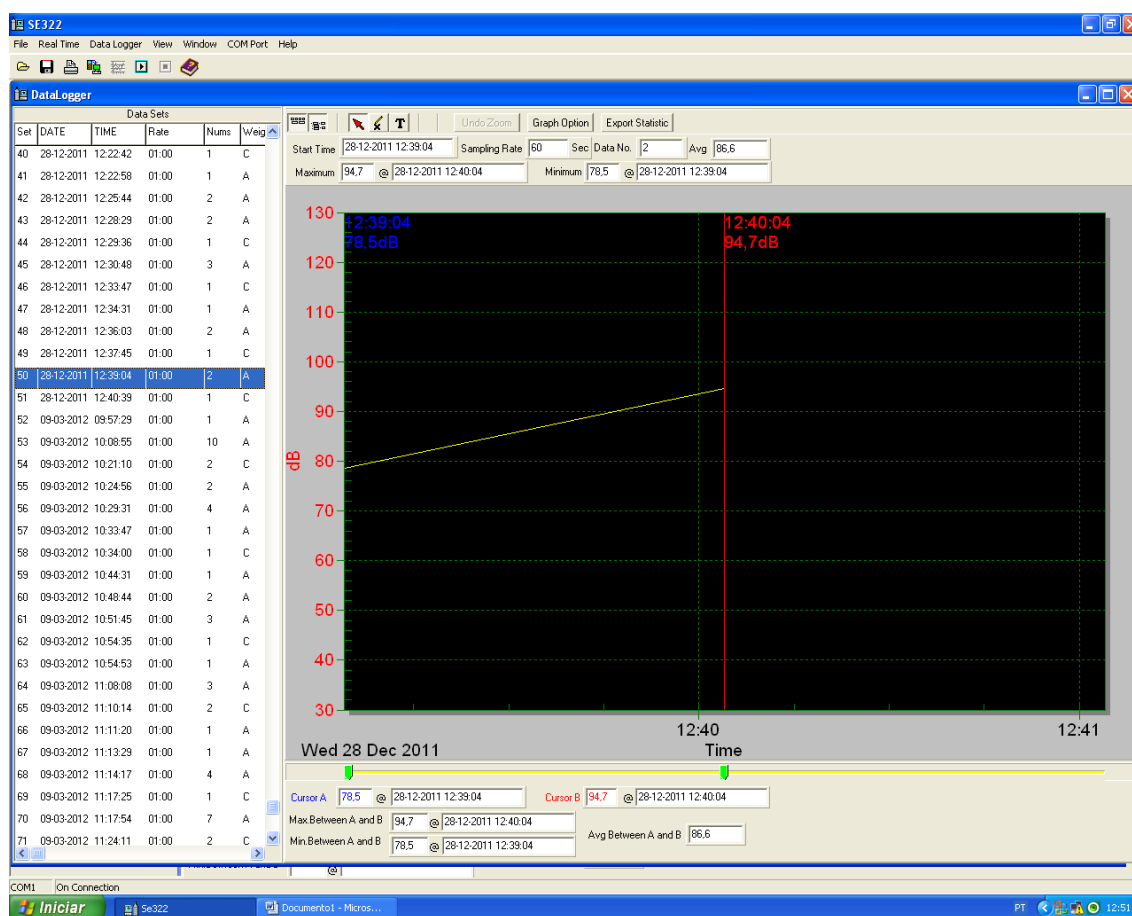
➤ Máquina de soldar termoplásticos a quente, posto de trabalho 3.c



➤ Máquina de corte de tubos pequenos, posto de trabalho 4.a



➤ Máquina Extrusora, posto de trabalho 4.b



Anexo VI- Avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao estireno, método COSHH ESSENCIALS

Passo 1:



Health & Safety Executive
Reducing risks,
protecting people



Easy steps to control health risks from chemicals hsedirect

Process → How Many → Chemical Name → Hazard → Form → How Much → Summary → Advice

[Home](#)

[Help](#)

[Worked Example](#)

PROCESS AND TASKS

Please complete the following 2 sections, then click 'Go' at the bottom of the page :

- You may find it helpful for your records to enter a [process name](#) here. This can be a simple description of the job you are doing, eg car spraying or anything that means something to you. You may leave this blank.
- Please choose a [task](#) from this list by clicking its button. If none of these tasks apply, COSHH Essentials will still give you [general advice](#) to help protect people from the ill effects of chemicals.

Transferring <input type="radio"/>	Screening <input type="radio"/>	Weighing <input type="radio"/>
Pelletising <input type="radio"/>	Mixing <input type="radio"/>	Storing <input type="radio"/>
Surface coating <input type="radio"/>	Laminating <input checked="" type="radio"/>	
Dust extraction <input type="radio"/>	Dipping <input type="radio"/>	
Drying <input type="radio"/>	Sieving <input type="radio"/>	

[None of the above](#) ☐

<<Back
Go

Passo 2:

Process → How Many → Chemical Name → Hazard → Form → How Much → Summary → Advice

CHEMICAL OR PRODUCT NAME

Assessment code	YC24738314
Process name	Moldes -resina
Task (1 of 1)	Laminating

Please enter the [chemical name](#) for each of the substances in the assessment or you may enter the name that appears on the [label](#). Then click on 'Go'. It is not important to COSHH Essentials to get the name exactly right. This is for your records only.

Chemical or product name	Solid or Liquid
1 : <input style="width: 150px;" type="text" value="Estireno"/>	<input style="width: 100px;" type="text" value="Liquid"/> ▼

<<Back
Go

Passo 3:

Assessment code **YC24738314**
 Process name [Moldes -resina](#)
 Task (1 of 1) [Laminating](#)
 Chemical name (1 of 1) Estireno
 State Liquid

You are using 1 chemical

You now need to enter the [risk phrase](#) (R-phrase) numbers that appear at section 15 of your safety data sheet. Then click 'Go' at the bottom of the screen. **It is very important that you enter the numbers shown and in the right groupings.**

Important note : You may have R-phrases on your safety data sheet, which do not appear in the list below. This is because COSHH Essentials only deals with risks to health. Other R-phrases are about safety or environmental risks. Simply choose from your data sheet those R-phrases which do appear in the list so COSHH Essentials can work out a hazard group for the chemical. If none of the numbers on your data sheet appear in the list or there are no R-phrases given, please click in the last box on the list "None of the above R-phrases apply".

Help on R49

May cause cancer by inhalation

- | | | | |
|---|--|---------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> R20 | <input type="checkbox"/> R26/28 | <input type="checkbox"/> R42/43 | <input type="checkbox"/> R48/25 |
| <input type="checkbox"/> R20/21 | <input type="checkbox"/> R27 | <input type="checkbox"/> R43 | <input type="checkbox"/> R49 |
| <input type="checkbox"/> R20/21/22 | <input type="checkbox"/> R27/28 | <input type="checkbox"/> R45 | <input type="checkbox"/> R60 |
| <input type="checkbox"/> R20/22 | <input type="checkbox"/> R28 | <input type="checkbox"/> R46 | <input type="checkbox"/> R61 |
| <input type="checkbox"/> R21 | <input type="checkbox"/> R34 | <input type="checkbox"/> R48/20 | <input type="checkbox"/> R62 |
| <input type="checkbox"/> R21/22 | <input type="checkbox"/> R35 | <input type="checkbox"/> R48/20/21 | <input type="checkbox"/> R63 |
| <input type="checkbox"/> R22 | <input type="checkbox"/> R36 | <input type="checkbox"/> R48/20/21/22 | <input type="checkbox"/> R64 |
| <input type="checkbox"/> R23 | <input type="checkbox"/> R36/37 | <input type="checkbox"/> R48/20/22 | <input type="checkbox"/> R65 |
| <input type="checkbox"/> R23/24 | <input type="checkbox"/> R36/37/38 | <input type="checkbox"/> R48/21 | <input type="checkbox"/> R66 |
| <input type="checkbox"/> R23/24/25 | <input checked="" type="checkbox"/> R36/38 | <input type="checkbox"/> R48/21/22 | <input type="checkbox"/> R67 |
| <input type="checkbox"/> R23/25 | <input type="checkbox"/> R37 | <input type="checkbox"/> R48/22 | <input type="checkbox"/> R68 Muta cat 3 |

Passo 4:

Process → How Many → Chemical Name → Hazard → **Form** → How Much → Summary → Advice

HAZARD GROUP

Assessment code **YC24738314**
 Process name [Moldes -resina](#)
 Task (1 of 1) [Laminating](#)
 Chemical name (1 of 1) Estireno
 State Liquid
 R-phrase numbers R20, R36/38
 Hazard group **B**

You are using 1 chemical

Please read this information and then click 'Go' at the bottom of the page.

The chemical **Estireno** belongs to the hazard group : **B**

A	B	C	D	E
Least hazardous substances		more hazardous substances		Special cases

The chemical **Estireno** may also cause harm if in contact with skin or eyes.

Passo 5:

Process → How Many → Chemical Name → Hazard → Form → How Much → **Summary** → Advice

HOW MUCH ARE YOU USING AND HOW OFTEN ?

Assessment code	YC24738314
Process name	Moldes -resina
Task (1 of 1)	Laminating
Chemical name (1 of 1)	Estireno
State	Liquid
R-pharse numbers	R20, R36/38
Hazard group	B

You are using 1 chemical

Choose the [quantity used](#) :

- ☐ Small - millilitres
☒ Medium - litres
☐ Large - cubic metres

[How many times a day](#) do you carry out this laminating task?

[How long in minutes](#) does the laminating task take?

Anexo VII- Avaliação de riscos para doenças profissionais causadas pela exposição ao estireno, método EMKG-EXPO-TOOL

Passo 1:

EMKG - Exposure assessment part for liquids



Definition of volatility bands ?				Alternative input of ?	
Band	At normal temperature (~20°C)	Operating tempo. (o.t.)	Vapour pressure (kPa at o.t.)	boiling point [°C] and operating temperature [°C]	
Low	boiling point above 150°C	b.p. $\geq 5 \times \text{o.t.} + 50$	< 0.5	145	20
Medium	boiling point between 50 and 150°C	other cases	0.5 - 25		
High	boiling point below 50°C	b.p. $\leq 2 \times \text{o.t.} + 10$	> 25		

Passo 2:

Scale of use bands ?	
Band	Description
Small	millilitres up to 1 litre for liquids
Medium	litres (batch sizes between 1 and 1000 litres for liquids)
Large	cubic metres (batch sizes of greater than 1 m ³ for liquids)

Short term exposure ?	
Activity < 15 min. during a full 8 h shift?	
Yes	No

Applications on surfaces > 1m ² ?	
e.g. painting, applying adhesives etc. and more than 1 litre product used per shift!	
Yes	No

Passo 3:

Control strategies ?		
Control Approach	Type	Description
1	General ventilation	Good general ventilation and good work practice
2	Engineering control	Local exhaust ventilation (e.g. single point extract, partial enclosure, not complete containment) and good work practice
3	Containment	Enclosed, but small breaches may be acceptable. Good work practice.

Exposure potential bands (EP)			
Solids – EP band	Use band	Volatility band	Description
1	Small	Low	Millilitres of low volatility liquid
2	Small	Medium or High	Millilitres of medium / high volatility liquid, litres / cubic metres of low volatility liquid
	Medium or Large	Low	
3	Large	Medium	Cubic metres of medium volatility liquid, litres of medium / high volatility liquid
	Medium	Medium or High	
4	Large	High	Cubic metres of high volatility liquid

Anexo VIII- Método COSHH ESSENTIALS e medidas de controlo propostas pelo método